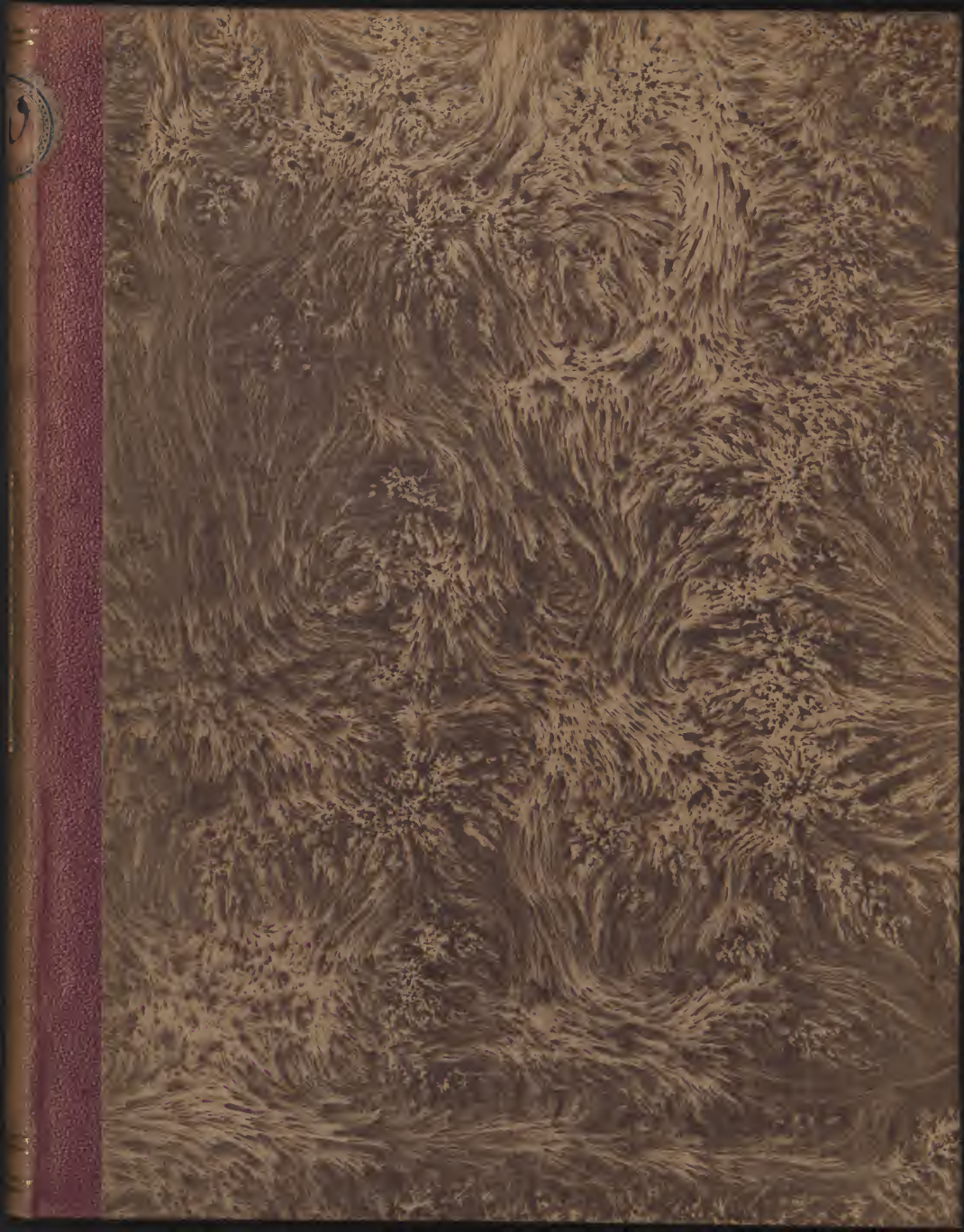
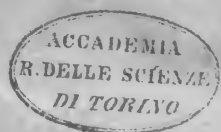












THE
PRINCIPLES
OF
MR. HARRISON'S TIME-KEEPER,
WITH
PLATES OF THE SAME.

PUBLISHED BY ORDER OF
THE COMMISSIONERS OF LONGITUDE



LONDON:

PRINTED BY W. RICHARDSON AND S. CLARK:

AND SOLD BY

JOHN NOURSE, AND MESS. MOUNT AND PAGE.

M. DCC. LXVII.

PRINCIPES

DE LA MONTRE

DE M^R. HARRISON,

AVEC

LES PLANCHES RELATIVES

A LA MÊME MONTRE,

*Imprimés à Londres en 1767 par ordre de Mrs. les Commissaires
des Longitudes.*



A AVIGNON,

Chez { La VEUVE GIRARD & FRANÇOIS SEGUIN, Impr. Libr. Place St. Didier.
JEAN AUBERT, Impr. Libr., près le Change.

Se vend A PARIS,

Chez { CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libr. du Roi, Rue Dauphine.
JEAN DESAINTE, Libr., Rue du Foix St. Jacques.
CHARLES SAUVAGE, Libr., Rue St. Jean de Beauvais.

M. DCC. LXVII.

Avec Permission des Supérieurs.

P R É F A C E

De Mr. Nevil Maskelyne, Astronome Royal.

M^{R.} Jean Harrison & Mr. Guillaume Harrison son fils , avoient. livré aux Commissaires nommés par le Parlement pour la découverte des Longitudes , un Écrit intitulé : *Principes de la Montre de Mr. Harrison* , avec toutes les figures que l'on trouve ici gravées. Ils ont déclaré l'un & l'autre sur la foi du serment , que cet Écrit contient une pleine explication des Principes qui ont servi à construire cette Montre.

Mrs. Harrison Pere & Fils ont aussi livré , sous serment , ce même Écrit par ordre du Bureau des Longitudes à Mrs. Jean Mitchell , Guillaume Ludlam & Jean Bird , très exercés dans la Mechanique , & à Mrs. Thomas Mudge , Larcum Kendal , Guillaume Manhevy , Horlogers & à moi , & ils se sont engagés à nous expliquer verbalement & dans le plus grand detail tout le mystère de la construction de cette Montre. Ils l'ont démontée en notre pré-

P R E F A C E.

THE original drawings, from vvhich these plates vvere engraved, together vvith the vvritten paper annexed, intituled, PRINCIPLES OF MR. HARRISON'S TIME-KEEPER, vvere delivered to the Commissioners appointed by act of parliament for the discovery of the longitude at sea, by Mr. John Harrison and Mr. William Harrison his son, upon oath, as containing a full explanation of the principles upon vvhich Mr. John Harrison's vvatch or time-keeper for finding the longitude at sea is constructed.

Mr. Harrison and his son gave also, upon oath, to the Reverend John Mitchell, the Reverend William Ludlam, and Mr. John Bird, gentlemen vvell-skilled in mechanics, and Mr. Thomas Mudge, Mr. Larum Kendal, and Mr. William Mathevvs, vvatch-makers, by appointment of the board of longitude, and myself, such further explanation of the construction of the said vvatch, by vvord of mouth and experimental exhibitions, as vve required; produ-

cing the vvatch , taking it to pieces in our prefence , and anfvvering to fuch questions as vve propofed relative thereto. Some notes taken by myfelf on this occafion I have fubjoined hereto.

The original dravvings of the vvatch vv ere delivered to me at the board of longitude , vv hich I have fince caufed to be carefully engraved , under my ovvn eyes , at the Royal Obfervatory , and think I can anfvver , that the lines on the copper-plates everyvv where correfpond vv ith the meafure of the dravvings vv ithin one , or at moft tvvo breadths of the lines , vv hich are fo very fine. Neverthelefs , the reader muft not expect to find the impreffions taken off upon common paper agree fo nearly , either vv ith the originals or vv ith themfelves , ovving to the fhrinking of the paper after the vv ater has been preffed out of it in going through the prefs. But , for the fake of the curious , and particularly artifts vv ho may be defirous to conftitute other vvatches after the model of Mr. Harrifon's , I have caufed a fevv impreffions of the plates to be taken off upon India paper ; vv hich , if it be only made a little damp , by being put for a fevv minutes betvveen tvvo vv et fheets of paper ,
vvill

sence, & ils ont répondu à toutes les questions que nous avons pu leur faire. J'ai fait moi-même à cette occasion plusieurs remarques que je joins ici.

Le Bureau des Longitudes m'a remis l'Original de toutes les figures ; je les ai fait graver très exactement sous mes yeux, dans l'Observatoire Royal, & je puis assurer que toutes les lignes gravées sur le cuivre répondent parfaitement aux desseins Originaux, excepté une ou tout au plus deux lignes dont les traits se sont trouvés trop déliés. Cependant le Lecteur ne doit pas s'attendre que l'impression de ces planches tirées sur du papier commun, s'accorde aussi juste avec l'Original, ni que les mêmes planches soient parfaitement égales entr'elles ; parce que le papier mouillé se tourmente inévitablement sous la presse, & ne sçauroit conserver en séchant sa première figure. Mais en faveur des curieux, & sur-tout des Artistes, qui voudront construire d'autres Montres sur le modèle de celle de Mr. Harrison, j'en ai fait tirer quelques épreuves sur du papier des Indes, qui étant tant soit peu humecté & laissé entre deux feuilles de papier moite, reçoit par-

faitement l'impression , & ne se retire point en séchant.

Il est bon de faire remarquer ici une différence dans la position des palettes aux figures 8 & 9 , qui pourroit embarrasser le Lecteur , ou du moins lui donner lieu de croire qu'on a fait quelque erreur en gravant d'après l'Original.

Dans la figure 8 , le centre de la courbure des palettes est dans la circonférence du cercle ponctué , dont le rayon est deux cinquièmes du rayon du cercle décrit par l'extrémité des palettes ; mais dans la figure 9 , le centre des palettes se trouve précisément hors de la circonférence du petit cercle noir , dont le rayon est un quart du rayon du cercle décrit par le bout des palettes. Cette dernière figure indique le premier dessin de Mr. Harrison , qu'il a dans la suite changé en celui qu'on voit dans la 8^e. figure.

REMARQUES

vwill receive the impressi^on from the plates perfect, and vwill not shrink at all in the drying.

It may not be improper to take notice here of a difference in the position of the pallets in the 8th and 9th figures, vvvhich might othervvise puzzle the inspector, or, at least, induce him to think there vvvas some error made in engraving the plates from the original.

In figure 8th, the centre of the curve of the pallets lies in the circumference of the dotted circle, vvvhose radius is tvvo fifths of the radius of the circle described by the edge of the pallets; but, in figure 9th, the centre of the pallets lies just vvwithout the circumference of the little black circle, representing the spindle, vvvhose radius is one fourth of the radius of the circle described by the edge of the pallets. The latter figure sh^evvvs Mr. Harrison's former design, vvvhich he has since altered, as is represented in the 8th figure.

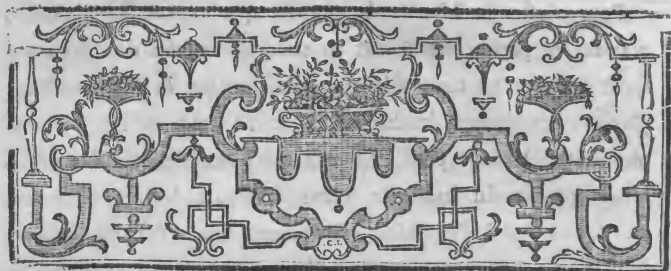


NOTES
TAKEN AT THE
DISCOVERY
OF
MR. HARRISON'S TIME-KEEPER.



HE balance naturally vibrates largest arcs, vvhhen in a horizontal position; next greatest, vvhhen the hours XII and VI are uppermost, and the vvatch is in a vertical position; least, vvhhen the hours III and IX are uppermost.

Large arcs are naturally performed in less time than small ones. This Mr. Harrison inferred, because the vvatch, before any correction vvvas applied, vvvent slower in a vertical position than in the horizontal one, and the vibrations are visibly larger in the latter case.



REMARQUES

SUR LA

DÉCOUVERTE

DE

M^R. HARRISON.



E balancier décrit naturellement les plus grands arcs, lorsqu'il est dans une position horizontale. Les arcs qu'il décrit dans la position verticale sont les plus grands, lorsque les heures XII ou VI sont au plus haut; & les moindres, lorsque les heures III ou IX sont au plus haut.

Les grands arcs se décrivent naturellement en moins de tems que les petits. Cette assertion de Mr. Harrison est fondée sur une observation qu'il avoit faite avant qu'il eût corrigé ces deux défauts de sa Montre. Il trouva qu'elle alloit plus lentement dans la position verticale, que dans la position horizontale, & que ses vibrations étoient visiblement plus grandes dans ce second cas.

Pour ajuster la Montre de manière que toutes les vibrations grandes & petites s'achevent en tems égaux , on doit faire enforte 1°. que les tems soient égaux , lorsque la Montre étant placée verticalement les heures III & VI , IX & XII sont au plus haut. Il faut pour cela que les poids opposés des différentes parties du balancier soient différents les uns des autres sans nuire à l'équilibre. En second lieu , dans la position horizontale , on aura le même résultat par l'effort combiné du dos des palettes & du cloud à cycloïde.

La courbure du dos des palettes est un arc de cercle , dont le centre se trouve dans la ligne qui joint les extrémités des palettes & le centre du fuseau. La distance des deux centres est deux cinquièmes du rayon du cercle décrit par l'extrémité des palettes , & le demi-diamètre de la courbure des palettes est trois cinquièmes du même rayon.

L'action du cloud à cycloïde , lorsqu'il touche le ressort du balancier , tend à accélérer ses vibrations , & ce ressort abandonnant plus long-tems ce cloud dans les grandes vibrations qu'il ne le fait dans les moindres vibrations , le balancier en est moins accéléré dans le premier cas qu'il ne l'est dans le second. Par conséquent , l'action du cloud tend à réduire le tems des différentes vibrations à fort peu près à l'égalité. Ce cloud à cycloïde n'a été appliqué à la Montre , qu'au retour du voyage à la Jamaïque.

Si le ressort du balancier est trop fort , il faut l'affoiblir , en limant un peu son extrémité ; mais s'il est trop foible , il faut le changer & en prendre un autre plus fort.

The watch is adjusted to vibrate great and small arcs in equal times, in the following manner:

To go the same when placed vertically with the hours III, VI, IX, XII upwards successively, by making the weight of the balance different in different parts. — To go the same when placed horizontal as when vertical, by the joint effect of the back of the pallets and the cycloid-pin.

The curve of the back of the pallets is an arch of a circle, whose centre lies in the line joining the edges of the pallets and the centre of the spindle, the distance of the two centres being two fifths, and the radius of the curve of the pallets three fifths of the radius of the circle described by the edge of the pallets.

The action of the cycloid-pin, when it touches the balance-spring, tends to quicken its vibrations; and the spring, leaving the pin for a longer time in the large vibrations than in the small ones, is less accelerated by it in the former than in the latter case; and, consequently, the action of the pin tends to reduce the time of the different vibrations nearer to equality. The cycloid-pin was not applied to the watch till after it came back from the voyage to Jamaica.

If the balance-spring is too strong, it must be made weaker by rubbing it away a little; but, if it be too weak, it must be changed for a stronger.

The balance-spring is fastened at the outer end to a stud, vvhich takes off the plate vvith a screw, and is put on again vvith the same screw, and steady-pins, exactly in the same position as before, vvithout undoing the fastening of the spring to the stud at the end.

There is no adjustment for mean time, as in common vvatches; there vvvas once, but it did not ansvver.

As soon as the vvatch is put together, Mr. Harrison says, it vvill shew its rate of going in three hours accurately the same vvhich it vvill keep afterwards; so that he can soon determine it by comparison vvith his pendulum clock.

The balance-spring, vvhen at rest, touches the cycloid-pin; and does not begin to leave it, till the balance has vibrated an arch of forty five degrees beyond the point of rest, vvhile the spring is in the state of coiling itself up.

The thermometer kirb is composed of tvo thin plates of brass and steel rivetted together in several places, vvhich, by the greater expansion of brass than steel by heat, and contraction by cold, becomes convex on the brass side in hot vvether, and convex on the steel side in cold vvether; vvhen-
ce, one end being fixed, the other end obtains a motion corresponding vvith the changes of heat and cold, and the tvo pins at this end, betvveen vvhich the balance-spring passes, and vvhich it touches alternately as the spring bends and unbends itself, vvill shorten or lengthen the spring, as the chan-
ges

Le ressort du balancier est arrêté par un piton à son extrémité extérieure. Ce piton entre à vis dans la platine. On peut le tirer & le placer de nouveau exactement dans la même position , sans en détacher le ressort.

Cette Montre n'a rien qui détermine le tems moyen , comme les Montres ordinaires. On l'avoit essayé autrefois , mais sans succès.

Lorsque les différentes pièces de la Montre seront rassemblées , Mr. Harrifon veut qu'on observe dans l'espace de trois heures la marche qu'elle doit suivre exactement dans la suite. Ce qu'il peut déterminer par la comparaison de sa Pendule.

Lorsque le ressort du balancier est en repos , il touche le cloud à cycloïde , & il ne commence à l'abandonner que dans le moment où le balancier a décrit un arc de quarante-cinq degrés au-delà du point de repos , le ressort étant dans cet intervalle en état de se débander.

La verge du Thermomètre est composée de deux platines minces de cuivre & d'acier , rivées ensemble en différens endroits ; de maniere que le cuivre se dilatant plus que l'acier par la chaleur , & se resserrant plus par le froid ; cette verge devient convexe par la chaleur du côté du cuivre , & convexe par le froid du côté de l'acier : d'où il suit que l'une de ses extrémités étant fixe , l'autre bout prend un mouvement correspondant aux divers changements du froid & du chaud. Or le ressort du balancier passe entre les deux pointes qui sont à ce bout du Thermomètre , & il en est pressé alternativement à

mesure qu'il se bande ou qu'il se débande , ce qui le raccourcit ou l'allonge , selon les divers changements du chaud & du froid. Sans cela on seroit obligé de le faire à la main , comme dans les Montres ordinaires lorsqu'on veut les regler.

Mr. Harrison veut qu'on choisisse un tems froid pour ajuster la verge de son Thermomètre. Il place ensuite sa Montre auprès du feu , à côté d'un Thermomètre ordinaire , pour voir si elle donnera la même mesure du tems qu'elle a donnée dans un air froid. Si cela n'arrive pas , il altère ou ajuste la verge de son Thermomètre , jusques à ce que la marche de sa Montre soit uniforme dans ces différents degrés de température de l'air.

La chaleur se communique plutôt à la verge du Thermomètre qu'au ressort du balancier. D'où Mr. Harrison conclut que le cuivre prend plutôt la chaleur que l'acier , & que la partie de cuivre dans les Pendules qu'il a faites en forme de gril doit être plus épaisse que celle d'acier.

La Montre va quelquefois plus lentement d'un dixieme d'une seconde dans l'espace de trois heures , lorsque la chaleur augmente que dans un tems où la chaleur est constante.

On augmente l'effet du Thermomètre en limant la partie plus mince , & on le diminue , en allongeant l'extrémité plus épaisse.

Mr. Harrison ajuste son Thermomètre avant que de donner à sa Montre le mouvement uniforme dans toutes les positions.

Il faut tourner alternativement chaque jour la Montre représentée dans le sens de la fig. XII , afin qu'une partie de la

boîte

ges of heat and cold would otherwise require to be done by the hand, in the manner used for regulating a common watch.

Mr. Harrison requires cold weather for adjusting the thermometer kirk, and he places the watch near a fire, with a common thermometer by it, to try if it keeps the same time as in the cold air. If not, he alters or adjusts the thermometer kirk till it goes the same in these two different degrees of temperature of the air.

The thermometer kirk takes heat sooner than the balance-spring, and he thence concludes that brass takes heat sooner than steel, and that the brass rods of a gridiron pendulum should be made thicker than the steel ones.

Whilst the heat is increasing, the watch will some-times go one tenth of a second slower in three hours, than when the heat is come to a stand.

The effect of the thermometer is increased by rubbing the sides thinner, and is lessened by thickening the edge by burnishing it.

Mr. Harrison adjusts the thermometer kirk first, that is to say, before he adjusts the watch to go the same in different positions.

The watch may be put with figure XII turned each day alternately different ways, for fear one part of the box in which

it is kept may be hotter than the other.

The force or momentum of the balance, Mr. Harrison says, is as the square of its diameter, also as the square of the velocity, its vveight being given.

The momentum of the balance acquired by increasing the velocity is better than that acquired by increasing the vveight; as friction is not thereby increased, perhaps, if any thing, diminished, and the resistance of the air only is increased, the effect of vvhich is tolerably uniform, and of great service.

The diameter of the balance is 2, 2 inches, of the plate 3, 8 inches.

The balance should be a little larger, or $\frac{1}{4}$ inches, according to a memorandum taken by Mr. Bird.

The vwatch makes just five beats in a second of time.

If the balance vibrated faster, the resistance of the air vwould be too great.

A pocket vwatch of this kind vwould do better vwith six beats in a second.

A certain size is best for the pallets, or rather a certain proportion between the diameter of the circle described by the edge of the pallets and the diameter of the balance-vvheel. This vvas first suggested to Mr. Harrison from bell-ringing; for he could bring the bell better into a motion, by touching it from time to time somevvhvhere near the centre than near the circumference; because in the first case his hand moved quick enough to followv the bell.

boete où elle est enfermée ne prenne pas plus de chaleur que l'autre partie.

Mr. Harrifon dit que la force du balancier est en raifon du quarré de fon diamètre & du quarré de fa viteffe, fon poids étant donné.

La force que le balancier acquiert par l'accroiffement de fa viteffe vaut mieux que celle qu'il acquiert par l'accroiffement de fon poids. Le premier n'augmente pas le frottement ; peut-être même qu'il le diminue. La viteffe augmente feulement la réfistance de l'air , dont l'effet est affez uniforme & d'une grande utilité.

Le diamètre du balancier est 2 , 2 pouces. Celui de la platine 3 , 8 pouces.

Le balancier doit être un peu plus grand , ou de 2 $\frac{1}{2}$ pouces , felon un Mémoire de Mr. Bird.

La Montre donne exactement cinq battemens dans chaque feconde de tems.

Si les vibrations du balancier font plus promptes , la réfistance de l'air fera plus grande.

Une Montre de poche de cette efpèce réuffiroit mieux avec fix battemens par feconde.

Il y a une certaine grandeur qui est la meilleure pour les palettes , ou plutôt une certaine proportion entre le diamètre du cercle décrit par les palettes & le diamètre de la roue de rencontre. Le fon des cloches donna cette idée à Mr. Harrifon ; car il s'apperçut qu'il lui étoit plus facile de mettre en mouvement une petite cloche , en la touchant de tems en tems plus proche du centre , qu'auprès de la circonférence ; parce que dans le premier cas fa main fuiroit plus aifément le mouvement de la cloche.

Le grand principe de la Montre est de donner le plus grand mouvement possible au balancier avec une force donnée. On en vient à bout par l'échappement & par la quantité convenable de l'arc qu'on lui fait décrire.

Cette réflexion vient de Mr. Mudge , aussi bien que celle qui suit : il faut que le balancier , par la force des roues , indépendamment de son ressort , tende à faire une vibration dans deux secondes.

Il y a dans cette Montre quatre ressorts : le premier est le grand ressort ; le second est enfermé dans l'intérieur de la fusée , pour faire marcher la Montre , pendant qu'on la monte ; le troisieme est un ressort qui se débande huit fois dans chaque minute ; & le quatrieme est celui du balancier. Les trois premiers sont de la façon de Maberley.

La fusée a six tours & un quart.

Le volan sert à modérer la vitesse , que le ressort imprimerait au balancier en se débandant.

Les trous où tournent les pivots sont tous percés dans des rubis , & les pivots ont des diamants à leurs pointes.

Les palettes sont des diamants.

L'une des extrémités de la Montre fut placée plus haut que l'autre extrémité dans le dernier voyage aux Barbades ; parce que la Montre n'avoit pas été ajustée également pour toutes les positions. Elle fut aussi altérée & ramenée à la même position par rapport à l'horizon , lorsque le navire faisoit des bordées. On employoit pour cela une boete mobile & les divisions d'un arc de cercle.

Mr. Guillaume Harrifon a observé que le plus grand roulis

The grand principle of the watch is that of giving the greatest motion possible to the balance with a given force. This is done by the scaping and proper quantity of the arc described.

This note was communicated by Mr. Mudge, as also the following ; That the balance, by the force from the wheels, without its spring, tends to vibrate once in two seconds.

There are four springs in the watch ; first, a main spring ; secondly, a spring in the inside of the fusee, to keep it going while it is winding up ; thirdly, a spring, which is wound up eight times every minute ; fourthly, the balance-spring. The three first were made by Maberley.

The fusee has six turns and a quarter.

The fly serves to moderate the velocity with which the spring nearest the balance would otherwise be wound up.

The pivot-holes are all made in rubies, with diamonds at the ends.

The pallets are diamonds.

One end of the watch in the late voyage to Barbadoes was set higher, because it was not equally adjusted in all positions. Also it was altered and brought back to the same position, with respect to the horizon, as the ship lay down on the one or the other tack, by the help of a moveable box, with a divided arch.

Mr. William Harrison reckons the greatest roll of a ship

fifteen degrees, and the greatest lie-dovvn, vvhen going upon one tack, tvelve degrees.

Hold the vvatch a little back, vvhen in a vertical position, that the face may be a little up.

If the balance-spring be not exactly parallel to the plates, there vvill be a small difference in the going of the vvatch, vvhen the face is up or dovvn.

Care is to be used in moving the vvatch, or in turning it, about, in order to vvind it up, not to give it any quick circular motion in the plane of the balance, as it might possibly stop it. A pocket-vvatch, vvhich Mr. Harrison has made of this kind, once stopped this vvay. Turn the vvatch over upon some diameter of the dial-plate, as an axis, in order to bring it into a convenient position, vvhen you vvant to vvind it up.

Oil must be applied to the pallets and pivot-holes of the vvatch, but very sparingly.

The vvatch vvill go three years vvithout requiring to be cleaned.

At the time of the discovery, in August 1765, M. Harrison said, that the vvatch then vvent a little slower than it had done, ovving to its vvanting to be cleaned, viz. tvvo or three seconds per day.

The vvatch should have a cap, and no outer case, the vvooden box, in vvhich it should be kept, serving that purpose better.

NEVIL MASKELYNE,
ASTRONOMER ROYAL.

d'un vaisseau étoit de quinze degrés , & que sa plus grande inclinaison lorsqu'il revire de bord est de douze degrés.

Tenez la Montre un peu en arrière , lorsqu'elle est dans une position verticale , de manière que sa surface supérieure soit un peu tournée en haut.

Si le ressort du balancier n'est pas exactement parallele aux platines , il y aura une petite différence dans la marche de la Montre , lorsque sa surface supérieure sera tournée en haut ou en bas.

Lorsqu'on remue la Montre pour la monter , il faut être attentif à ne lui pas donner un mouvement circulaire trop prompt dans le plan du balancier ; ce qui pourroit l'arrêter. Une Montre de poche de cette espèce que Mr. Harrifon avoit faite , s'arrêta une fois par ce mouvement. Tournez la Montre autour de quelque diamètre du cadran , pour lui donner la position convenable , lorsque vous voudrez la monter.

Il faut appliquer de l'huile aux palettes & aux trous des pivots , mais très-peu. Cette Montre peut aller trois ans sans qu'il soit nécessaire de la nettoyer.

Mr. Harrifon dit qu'en Août 1765 lorsqu'il développa le secret de sa Montre , elle alloit un peu plus lentement qu'elle ne l'a fait dans la suite , & qu'elle retardoit de deux ou trois secondes par jour ; parce qu'elle n'avoit pas été nettoyée.

Cette Montre ne doit avoir qu'une boete. Celle de bois où elle est enfermée tient lieu de seconde boete & vaut mieux.

NEVIL MASKELYNE,
ASTRONOME ROYAL.

P R I N C I P E S

D E L A M O N T R E

D E M^R. H A R R I S O N.

ON a pris les plus grandes précautions pour éviter les frottemens, autant qu'il est possible, soit en faisant tourner les roues sur des pivots très-petits & dans des trous percés dans des rubis, soit par le grand nombre de dents dans les roues & dans les pignons.

La partie qui mesure le tems n'emploie que la huitieme partie d'une minute sans être montée. Cette partie est fort simple, & la roue qui est auprès de celle du balancier sert à la remonter. Par ce moyen la force qui agit sur cette roue est toujours la même, & tout le reste de la Montre ne contribue pas plus à mesurer le tems que la personne qui monte le grand ressort une fois le jour.

Il y a dans la fusée un ressort que je nomme le second ressort principal : il est toujours tendu par le principal ressort ; & pendant qu'on monte celui-ci & qu'il ne peut pas agir, le second se détend & supplée à l'action du premier.

Dans les Montres ordinaires les roues ont communément sur le balancier un tiers de la force du ressort du balancier ; c'est-à-dire,

PRINCIPLES

OF

M^r. HARRISON'S TIME-KEEPER.

IN this Time-keeper there is the greatest Care taken to avoid Friction as much as can be, by the Wheels moving on small Pivots, and in Ruby-holes, and high Numbers in the Wheels and Pinions.

The Part vvhich measures Time goes but the eighth Part of a Minute vvithout vvinding up; so that Part is very simple, as this Winding-up is performed at the Wheel next to the Balance-wheel; by vvhich Means, there is alvvays an equal Force acting at that Wheel, and all the rest of the Work has no more to do in measuring Time, than the Person that vvinds them up once a Day.

There is a Spring in the Inside of the Fusee, vvhich I vvill call a secondary Main-spring. This Spring is alvvays kept stretched to a certain Tension by the Main-spring, and during the Time of vvinding up the Time-keeper, at vvhich Time the Main-spring is not suffered to act, this secondary Spring supplies its Place.

In common Watches in general the Wheels have about One-third the Dominion over the Balance that the Balance-

spring has ; that is , if the Povver the Balance-spring has over the Balance be called *Three* , that from the Wheels is *One* ; but in this my Time-keeper , the Wheels have only about *One-eightieth* Part of the Povver over the Balance that the Balance-spring has ; and it must be allowved , the less the Wheels have to do vvith the Balance , the better. The Wheels in a common Watch having this great Dominion over the Balance , they can , vvhen the Watch is vvound up , and the Balance at rest , set the Watch a-going ; but when my Time-keeper's Balance is at rest , and the Spring is vvound up , the Force of the Wheels can no more set it a-going , than the Force of the Wheels of a common Regulator can , vvhen the Weight is vvound up , set the Pendulum a-vibrating ; nor vvill the Force from the Wheels move the Balance , vvhen at rest , to a greater Angle in Proportion to the Vibration that it is to fetch , than the Force of the Wheels of a common Regulator can move the Pendulum from the Perpendicular , vvhen it is at rest.

My Time-keeper's Balance is more than three times the Weight of a large sized common Watch-balance , and three times its Diameter ; and a common Watch-balance goes through about six Inches of Space in a Second , but mine goes through about twenty-four Inches in that Time : So that had my Time-keeper only these Advantages over a common Watch , a good Performance might be expected from it. But my Time-keeper is not affected by the different Degrees of Heat and Cold , nor Agitation of the Ship ; and the Force from the

à-dire , que fi l'on nomme *trois* la force de ce reffort fur le balancier , celle des roues fera *un*. Mais dans ma Montre , les roues n'ont que la huitieme partie de la force du reffort du balancier fur le balancier ; & l'on conviendra aifément que moins les roues auront d'action fur le balancier , plus la machine fera parfaite. Les roues des Montres ordinaires ont cette grande force fur le balancier , pour pouvoir faire marcher la Montre pendant qu'on la remonte & que le balancier eft en repos ; mais lorsque le balancier de ma Montre eft en repos & qu'on remonte le reffort , la force des roues ne peut pas plus la faire aller , que celle des roues d'une Horloge à Pendule , lorsqu'on remonte le poids , qui n'empêche pas que le Pendule ne continue fes vibrations. La force des roues fur le balancier ne peut pas lui donner un plus grand angle à proportion de fes vibrations , que celle des roues d'un regulateur ordinaire , pour écarter le Pendule de la verticale , lorsqu'il eft en repos.

Le balancier de ma Montre pefe plus de trois fois autant que le grand balancier des Montres ordinaires , & fon diamètre eft triplé de celui-ci. Les balanciers des Montres communes parcourent environ fix pouces dans une feconde , & le mien en parcourt environ vingt-quatre dans le même tems : enforte que quand même ma Montre n'auroit que cet avantage fur les autres Montres , on devoit s'attendre à un bon succès dans l'exécution. Mais ma Montre n'eft nullement affectée des différens degrés du froid & du chaud , ni de l'agitation du

C

navire ; & la force des roues eft tellement appliquée au balancier , joint à la figure de fon ressort & à une cycloïde artificielle (s'il m'est permis d'ufer de ce terme) laquelle agit fur ce ressort , que par toutes ces inventions , foit que le balancier fasse des vibrations plus grandes ou plus petites , elles se formeront toutes en tems égaux , & par conséquent , si la Montre va , elle ira juſte. Il eſt donc évident qu'une pareille Montre doit entiere- ment ſa marche aux principes & non au hazard.

Voici l'explication des deſſeins ſur leſquels j'ai conſtruit ma quatrieme Montre & les deſſeins même.

FIG. 1.

AA eſt le barrillet de la chaine , & BB ſon profil.

CC eſt le barrillet du ressort , & DD ſon profil.

EE eſt un rochet attaché au barrillet du ressort , & FF ſon profil. On attache ce rochet au barrillet du ressort par le moyen de quatre vis *aaaa*. Il y a dans la platine des pil- liers un trou dont le diamètre eſt déterminé par les li- gnes ponctuées *bb*. Cette partie *cc* de ce barrillet du ressort ſe meut dans ce trou ſans aucune ſecouſſe , afin qu'on puiſſe monter le ressort. On voit auſſi le même rochet représenté dans la Fig. 13. par le cercle *bb*. Il a trente dents , & c'eſt le cliquet *c* qui l'arrête.

Wheels is applied to the Balance in such a Manner, together with the Shape of the Balance-spring, and (if I may be allowed the Term) an artificial Cycloid , vvhich acts at this Spring; so that from these Contrivances, let the Balance vibrate more or less , all its Vibrations are performed in the same Time ; and therefore, if it go at all , it must go *true*. So that it is plain from this , that such a Time-keeper goes intirely from Principle , and not from Chance.

The follovvng is a Description of the DRAWINGS from which my *fourth* Time-keeper was made , and the Drawings are also hereunto annexed.

FIG. 1.

AA is the Chain-barrel, and BB is a Section of it.
CC is the Spring-barrel, and DD is a Section of it.
EE is a Ratchet at the Spring-barrel , and FF is a Section of it. This Ratchet is screvved to the Spring-barrel by four small Screvs at *aaaa*. There is a Hole in the Pillar-plate of the Diameter from the dotted Lines *bb*, and that Part of the Spring-barrel *cc* is to move in this Hole vvithout any Shake , in order to set the Spring up. The Ratchet is also shevvn in Figure 13th , by the Circle *bb* , and it has thirty Teeth , and *e* is the Click that holds it.

12 *Description of the Drawings of Mr. Harrison's Time-keeper.*

Diameter of the Spring Arbor.....about 1, 64 of $\frac{1}{4}$ Inch.

Diameter of the Hole in the Centre of the Chain

Barrel about 0, 38

Diameter of the upper pivot..... 0, 23

Diameter of the lower..... 0, 215

Diameter of the Spring Barrel within 1, 4 Inch.

FIG. 2.

AA is the Brass Edge, BB the Hole in the Middle of it, and CC is a Section of it. This Brass Edge is supported by six Pillars, and their Places are represented in Figures 13 and 14, by six Circles *aaaaaa*.

FIG. 3.

AA represents the second Wheel acting in a Pinion at *a*. BB represents the third Wheel, which is concave, and acts in a Pinion at *b*. The second Wheel is described in Figure 14 by the Circle *dd*, and acts in a Pinion of 18 at *c*. The third Wheel is represented in Figure 14 by the Circle *ff*, acting in a Pinion of 16 at *g*.

Note, The third Wheel is larger than is represented in Figure 14, and has 144 Teeth, and the second Wheel has 120 Teeth.

FIG. 4.

Le diamètre de l'arbre du ressort est ... environ $1, 64^{\frac{1}{4}}$ de pouce.

Le diamètre du trou dans le centre du barrillet

de la chaîne environ 0, 38

Le diamètre du pivot supérieur 0, 23

Le diamètre du pivot inférieur 0, 215

Le diamètre du barrillet du ressort est en dedans, 1, 4 pouce.

FIG. 2.

AA est une platine de cuivre , creusée au milieu d'un trou

BB, & CC en est le profil. Cette platine de cuivre est soutenue par six piliers , & leurs places sont marquées dans les

Figures 13 & 14 par six cercles *aaaaaa*.

La hauteur de ces piliers & d'environ $0, 55^{\frac{1}{4}}$ de pouce.

FIG. 3.

AA représente la seconde roue , qui engrène dans un pignon

en *a*. BB représente la troisième roue qui est concave & engrène dans un pignon en *b*. La seconde roue est représentée

dans la Figure 14 par le cercle *dd* , & elle engrène dans un pignon de 18 en *c*. La troisième roue est représentée dans

la Figure 14 par le cercle *ff* , & elle engrène dans un pignon de 16 en *g*.

Remarque. La troisième roue est plus grande qu'elle n'est représentée dans la Figure 14 , & elle a 144 dents. La seconde roue a 120 dents.

FIG. 4.

AA représente la roue de chan, BB son profil, joint à celui *aa* du barrillet du ressort. Il y a dans *cc* une pièce qui porte huit chevilles pour servir de détentes à une roue dans chaque huitieme partie d'une minute. Cette roue est aussi représentée dans la Figure 14 par le cercle *hh* ; elle a 120 dents, & elle engrène dans un pignon de 12 en *i*.

L'épaisseur du bord de la roue de chan est environ $0,048 \frac{1}{4}$ de pouce.

La détente & la roue des secondes doivent être un peu plus proches du cadran qu'il n'est marqué dans cette Figure, enforte que le haut des pointes de la détente soit toujours de niveau avec la platine des piliers.

Les traversiers de cette roue ont été aussi dessinés trop épais en dehors.

Le diamètre du trou qui est au centre de la roue est environ $0,23 \frac{1}{4}$ de pouce.

Le diamètre du fuseau qui traverse l'arbre de la quatrième roue (ou la partie la plus épaisse) est environ $0,408 \frac{1}{4}$ de pouce.

Le diamètre de chaque pivot est $0,045$.

La longueur du ressort est de 10 pouces, & son poids $3 \frac{1}{2}$ grains.

FIG. 5.

AA est la première roue, & *aaaa* son profil.

bbb est le profil de la fusée.

BB

FIG. 4.

AA represents the contrate Wheel, BB a Section of it, vvith a Section of the Spring-barrel *aa*. At *cc* is a Piece vvith eight Pins in it, that discharges the running Wheels every eighth Part of a Minute. This Wheel is also represented in Figure 14 by the Circle *hh*; it has 120 Teeth, and acts in a Pinion of 12 at *i*.

Thicknefs of the Rim about 0, 048 of $\frac{1}{4}$ inch.

The discharger and vvheel for the seconds, must be a little nearer the dial plate than according to this drawing so that the tops of the pins of the discharger may be even vvith the plain of the pillar plate.

The crosses of the vvheel are also drawn too broad at the outer end.

Diameter of the hole in the centre of the vvheel about 0, 23 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of that part of the spindle vvhich goes thro' the fourth vvheel arbor (thicker end) about 0, 108 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of each pivot 0, 045.

Length of the spring 10 inches, it's vveight $3 \frac{1}{2}$ grains.

FIG. 5.

AA is the first Wheel, and *aaaa* is a Section of it. *bbb* is a Section of the Fusée. BB is the outer Diameter of a Rat-
D *

14 *Description of the Drawings of Mr. Harrison's Time-keeper.*

chet vvhich is fixed to the Inside of the Fusee , and the inner Circle CC is its inner Diameter, and it has 55 Teeth in it. *dddd* is vvhat I call the perpetual Ratchet, of vvhich *cccc* is a Section ; there is a Ratchet vvith 75 Teeth in it on that Part marked *ff*, this is also shevvn in Figure 13 by the Circle *ee*, and this perpetual Ratchet is to carry the Barrel DD, vvhich Barrel contains the secondary Main-spring, and vvill be in the Inside of the Fusee at *gg*, and at that Part of the first Wheel *hh* the inner End of this Spring is to act, as that Part *hh* vvill be its Arbor. The dotted Lines E represent the Grooves in the Fusee. The dotted Lines *ll* represent the upper Plate. The dotted Lines *mm* represent the Pillar Plate. The dotted Lines *nn* represent the Cock, vvhich carries the lovver End of the Arbor of the first Wheel. This Cock is also represented in Figure 13 at *dddd*. The Ratchet *ee* in Figure 13 has tvo Clicks, vvhose Centres are at *ff*, and *gg* are the Springs vvhich act at these Clicks. In Figure 14 *bb* represents the first Wheel vvith 96 Teeth, acting in a Pinion of 21 at *c*.

FIG. 6.

A is a Section of the Frame, vvith the Balance-cock, the Slide, and the Brass Edge; and *a* is the Centre of the Joint-pin. B is a Section, vvhere *aa* represents the Balance-cock, *bb* the third Wheel-cock.

• the Cock at the End of the contrate Wheel.

BB est le diamètre extérieur du rochet qui est arrêté en dedans de la fusée.

CC est son diamètre intérieur. Il a 55 dents.

dddd est ce que j'appelle le rochet perpétuel, & cccc en est le profil. Il a 75 dents dans la partie marquée ff. Il est aussi représenté dans la Figure 13 par le cercle ee. Ce rochet perpétuel est destiné à conduire le barrillet DD qui contient le second ressort principal, & il doit être dans l'intérieur de la fusée en gg. L'extrémité intérieure de ce ressort doit agir sur la partie hh de la première roue, & cette partie hh sera son arbre. Les lignes ponctuées ll représentent la platine supérieure, mm l'inférieure, & nn le coq, qui porte le bout inférieur de l'arbre de la première roue. On voit aussi ce coq dans la Figure 13 en dddd. Le rochet ee dans cette Figure 13, a deux cliquets, dont les centres sont en ff, & gg sont les ressorts qui agissent sur ces cliquets. Dans la Figure 14, bb représente la première roue qui a 96 dents, & engrene en c dans un pignon de 21.

FIG. 6.

A est le profil de la cage, du coq du balancier, de la coulisse & de l'anneau de cuivre. a est le centre de la charnière.

B est un profil dans lequel aa représente le coq du balancier, bb le coq de la troisième roue.

c est le coq qui est à l'extrémité de la roue de chan.

D

- d* celui qui est à l'extrémité de la quatrième roue.
e la quatrième roue.
f la suivante.
g la roue du balancier.
h la potence.
i le pignon de la roue du balancier.
k la contre-potence, qui porte aussi l'autre bout de la quatrième roue.
m le ressort du barrillet.
n le crochet où est attaché le ressort par le bout extérieur.
o le crochet de la roue de chan, où est attaché le bout intérieur du ressort.
r la cinquième roue, avec le piton qui doit arrêter la détente.
S la platine supérieure.
T la platine des piliers.

FIG. 7.

C'est la détente, pour remonter la Montre huit fois dans chaque minute. La partie *a* agit sur les huit pointes de l'arbre de la roue de chan. *b* est un rouleau qui presse une pièce de cuivre sur l'arbre de la cinquième roue. *dd* sont des morceaux de cuivre qui la tiennent en équilibre. *E* représente le ressort qui agit sur cette pièce. Son centre est en *x* dans la Figure 14.

- d* the Cock at the End of the fourth Wheel.
- e* the fourth Wheel.
- f* the Follover.
- g* the Balance-vvheel.
- h* the Potence.
- i* the Balance-vvheel Pinion.
- k* the Counter-potence, vvwhich also carries the other End of the fourth Wheel.
- m* the Spring-barrel.
- n* the Hook in it, vvhere the out End of the Spring hangs.
- o* the Hook at the contrate Wheel, vvhere the inner End of the Spring is hung.
- r* the fifth Wheel, vvith the Pin vvhere the Dittent is to stop.
- S* the upper Plate.
- T* the Pillar-plate.

FIG. 7.

Is the Dittent, by vvwhich is the Discharge for vvinding up eight Times in a Minute. The Part *a* acts at the eight Pins on the contrate Wheel-arbor. *b* is a Roller acting against a Piece of Brass on the fifth Wheel-arbor. *c* is a Piece that stops against a Pin in the Rim of the fifth Wheel. *dd* are Pieces of Brass to make it in an Equilibrium in itself; and *E* is the Spring vvwhich acts upon it. The Centre of this Dittent is at *x* in Figure 14.

FIG. 8.

aa are the Pallets of ten times the Size that they are in the Time-keeper. The dotted Lines from 24ths of the Circle, shew the Power the Balance-wheel has to impede the Motion of the Balance by the Declivity on the Back of the Pallets, at any the same time whenever it shall have the greatest Power to give it Motion.

FIG. 9.

Is to shew the Proportion between the Balance, the Balance-wheel, the Balance-wheel Teeth, the Pallets, and at what Distance the Wheel acts from the Centre of the Balance. *AA* represents the Balance, *BB* the Balance-wheel, *aa* the Pallets, and *bbbbbb* the Balance-wheel Teeth.

FIG. 10.

A is the Counter-potence, with the Follower *a*, and a small Screw at *c*, to stop when at its proper Place; and *x* is the Centre of the fourth Wheel.

B is the Cock for the Minute-wheel.

C is the Steel Bridge.

D is a Cock for the contrate Wheel.

E is a Cock at the first Wheel.

F is a Cock at the contrate Wheel on the Pillar-plate.

FIG. 11.

FIG. 8.

aa sont les palettes dix fois aussi grandes qu'elles sont dans la Montre. Les lignes ponctuées qui viennent des vingt-quatrièmes parties du cercle marquent la force de la roue du balancier, pour retarder son mouvement par l'inclinaison du dos des palettes, & pour marquer en même tems le point où elle doit avoir la plus grande force pour le mettre en mouvement.

FIG. 9.

Cette figure est destinée à marquer la proportion entre le balancier, la roue du balancier, chaque dent de cette roue, les palettes, & à quelle distance la roue agit par rapport au centre du balancier.

A A représente le demi-diamètre du balancier, *BB* la roue du balancier, *aa* les palettes, & *bbbbbb* les dents de la roue du balancier.

FIG. 10.

A est la contre-potence, avec la piece *a* qui l'accompagne & une petite vis en *c*, pour l'arrêter lorsqu'elle est bien placée, & *x* est le centre de la 4^e. roue.

B est le coq pour la roue des minutes.

C est le pont d'acier.

D est un coq pour la roue de chan.

E est un coq pour la première roue.

F est un coq pour la roue de chan sur la platine des piliers.

FIG. 11.

C'est la détente qui arrête le balancier avant que la Montre ait achevé sa révolution. Le centre de son mouvement est en *b* dans la figure 14.

A est le ressort de la boete pour fermer la Montre.

Le diamètre du trou de la grenouille, ou sa plus grande ouverture, est environ 0, 19 d'un quart de ponce.

Le diamètre du pivot supérieur est 0, 22, & du pivot inférieur, 0, 09.

FIG. 12.

AA représente la platine supérieure. *BB* le balancier.

aa le thermomètre. *bb* le ressort du balancier. *cc* la coulisse pour ajuster le thermomètre par un bout.

d le piton. *e* la cycloïde artificielle. *f* une pièce pour l'ajuster de manière qu'elle porte convenablement sur le ressort.

FIG. 13.

aaaaaa le pied du bord de la platine de cuivre.

bb le rochet au ressort du barillet. *c* le cliquet. *dddd* le coq à l'extrémité de la première roue.

FIG. 11.

Is the Dittent, vvhich is to stop the Balance before the Watch be dovvn. It turns upon a Centre at *t* in Figure 14. *A* is the Locking-spring.

Diameter of the hole in the Socket. (Its' vvider end) about 0, 19 of $\frac{1}{4}$ inch.

Diameter of the upper pivot 0, 22. Diameter of the lovver pivot 0, 09.

FIG. 12.

A A represents the upper Plate. *BB* the Balance.

aa the Thermometer.

bb the Balance-spring.

cc Slider to adjust the Thermometer end-vvay.

d the Stud.

e the artificial Cycloid.

f a Piece to adjust it so as to bear properly against the Spring.

FIG. 13.

aaaaaa the Feet of the Brafs Edge.

bb the Ratchet at the Spring-barrel.

c the Click.

dddd the Cock at the End of the first Wheel.

18 *Description of the Drawings of Mr. Harrison's Time-keeper.*

ee a Ratchet.

ff the Centres of the two Clicks which act in it.

gg the two Springs that act at them.

hhhhhh the six Pillars of the Frame.

ii the Steel Bridge.

kkk two Wheels that carry the Seconds, one being on the contrate Wheel-arbor, the other moving on the Cannon-pinion.

l the Cannon-pinion.

mm the Minute-vvheel.

n the Hour-pinion.

oo the Hour-vvheel.

FIG. 14.

aaaaaa the six Pillars of the Brafs Edge.

bb the first Wheel.

c the Centre-pinion.

dd the second Wheel.

e the second Pinion.

ff the third Wheel.

g the third Pinion.

hh the contrate Wheel, and the fourth Wheel.

i the Balance-vvheel Pinion.

k the fourth Pinion.

ll the fifth Wheel.

m the fifth Pinion.

ee un rochet.

ff les centres des deux cliquets qui agissent sur ce rochet.

gg les deux ressorts qui les pressent.

hhhhhh les six piliers de la platine.

ii le pont d'acier.

kkk les deux roues qui donnent les secondes , l'une étant sur l'arbre de la roue de chan , & l'autre se mouvant sur le canon du pignon.

l est le canon du pignon.

mm la roue des minutes.

n le pignon des heures.

oo la roue des heures.

FIG. 14.

aaaaaa les six piliers du bord de la platine de cuivre.

bb la premiere roue.

c le pignon du centre.

dd la seconde roue.

e le second pignon.

ff la troisieme roue.

g le troisieme pignon.

hh la roue de chan & quatrieme roue.

i le pignon de la roue du balancier.

k le quatrieme pignon.

ll la cinquieme roue.

m le cinquieme pignon.

nn le volant.

oo la roue du balancier.

p la potence.

rrrrrr les six piliers de la platine.

s le piton.

t le centre de la détente, pour arrêter le balancier.

x le centre de la détente qui le laisse aller.

uu la platine supérieure.

zz la platine des piliers.

FIG. 15.

On l'a dessinée pour marquer le plan de ce qui est contenu sous la platine supérieure, de la maniere qu'on l'a représenté dans la figure 12.

Pour tremper le fuseau du balancier, le ressort du balancier & les pignons.

Avant que de les plonger dans le métal (lorsqu'il est assez fondu), il faut en huiler la superficie.

La chaleur du fuseau du balancier doit être au 567°. degré du thermomètre de Fahrenheit. On trouve ce. degré. de chaleur, en mêlant une partie d'étain avec 12 de plomb; mais pour le ressort du balancier & pour les pignons, il faut mêler une partie d'étain avec 17 de plomb.

Chaque tour de la premiere roue (ou de la fusée) est de 4 $\frac{1}{2}$ heures; de sorte que 5 $\frac{1}{4}$ tours font précisément 24 heures; 6 $\frac{1}{4}$ tours 28 $\frac{1}{2}$ heures, & 6 $\frac{5}{16}$ tours font 30 heures.

F I N.

nn the Fly.

oo the Balance-vvheel.

p the Potence.

rrrrrr the six Pillars of the Frame.

s the Stud.

t the Centre of the Dittent, to stop the Balance.

x the Centre of the discharging Dittent.

uu the upper Plate.

zz the Pillar-plate.

FIG. 15.

Is vvhat vv as designed for the Work on the upper Plate, vvvhich is novv done in the Manner as represented in Figure 12.

For tempering the Balance-spindle, the Balance-spring, and the Pinions.

Before their being immerfed in the Metal (as juft melted) let them be oiled over.

The Heat for the Balance-spindle 567 on Fahrenheit's Scale, the vvvhich is given by one of Pevvter to 12 of Lead; but for the Balance-spring and the Pinions, let the Mixture be One of Pevvter to 17 of Lead.

Each Turn of the first Wheel (or Fufee) is $4\frac{4}{7}$ Hours; so $5\frac{1}{4}$ of its Turns is juft 24 Hours; and $6\frac{1}{4}$ is $28\frac{4}{7}$ Hours; and $6\frac{9}{14}$ Turns equal to 30 Hours.

FINIS.



AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

U'on me permette de rappeler ici en peu de mots ce que j'ai dit sur l'invention de Mr. Harrifon dans l'Astronomie des Marins, *pag.* 251. Tout le monde connoit aujourd'hui l'acte du Parlement d'Angleterre rendu en 1714, par lequel la Nation Britannique promet dix mille livres sterlings à celui qui découvreroit les longitudes en mer à un degré près, quinze mille si on les découvroit à deux tiers de degré près, & vingt mille à un demi-degré près.

En conséquence de cet acte Mr. Jean Harrifon fit en 1726 une Pendule qui jusqu'à présent ne s'est écartée du Ciel que d'environ une seconde par mois. Elle n'a jamais été nettoyée ni réparée, & son mouvement n'a été arrêté que deux fois seulement, lorsqu'on a été obligé de la transporter d'une maison à une autre.

En 1735 il fit une autre Machine sur les mêmes principes, & il trouva le moyen de la mettre à l'abri des agitations de la mer. Il en fit un essai en 1736 dans un voyage de Portsmouth à Lisbonne. L'heureux succès de ce voyage l'anima à perfectionner cette invention. Il a fait depuis 1736 jusqu'à 1761 quatre Machines différentes, toutes appuyées sur les mêmes principes, les unes plus grandes que les autres, & la quatrième n'a que cinq pouces de diamètre.

En 1761 il eut ordre des Commissaires des longitudes de faire de nouveaux essais. Son fils fut embarqué pour la Jamaïque,

& l'on trouva au retour de ce voyage que la Montre ne s'étoit écartée de la longitude que de dix-huit milles, tandis que l'acte du Parlement étend la plus grande récompense jusques à trente milles ou un demi-degré de grand cercle.

En 1762 le Bureau des longitudes statua que Mr. Harrison feroit un second voyage aux Indes occidentales, qu'on lui accorderoit 2500 liv. sterling à compte de 10 mille qu'il recevrait lorsque le succès seroit conforme à l'acte du Parlement, & qu'il auroit donné au Public tous les principes de sa Montre. Après bien des altercations, son fils partit de Portsmouth le 28 de Mars 1764, arriva à la Barbade le 13 de Mai, & fut de retour en Angleterre le 18 Septembre.

Le Bureau des longitudes, après avoir examiné tous les certificats de Mr. Harrison, décida le 9 Février 1765 d'un consentement unanime, que cette Montre avoit déterminé les longitudes dans ce dernier voyage, beaucoup en deçà des limites prescrites par l'acte de la Reine Anne; mais qu'on ne seroit autorisé à lui adjuger le prix de dix mille livres sterling qu'après qu'il auroit développé les principes de la construction de sa Montre, & la manière d'en faire de semblables.

En conséquence de cette résolution Mr. Jean Harrison livra sa Montre aux Commissaires, & leur en donna l'explication par écrit. Les Mathématiciens & Horlogers, nommés par le Bureau des longitudes, pour examiner toutes les parties de la Montre de Mr. Harrison, lui livrerent un certificat dont voici la traduction.

“ Nous soussignés certifions que Mr. Jean Harrison a dé-
„ monté

„monté sa Montre en notre présence , qu'il en a développé
„ les principes & la construction à notre entière satisfaction ,
„ qu'il a répondu à toutes les questions que nous lui avons fai-
„ tes , d'une manière très-satisfaisante , que nous en avons com-
„ paré les diverses parties avec les desseins qu'il nous a pro-
„ duits & que nous les avons toutes trouvées parfaitement con-
„ formes à tous ces desseins. „

Signé , NEVIL MASKELYNE , Astron. Royal , JEAN MITCHELL ,
LUDLAM , &c.

Ce certificat lui valut 7500 liv. , qui jointes à 2500 qu'il avoit reçues font 10 mille livres. Sa Montre resta fermée sous la clef dans l'Amirauté jusques au 26 d'Avril 1766 , où elle fut déposée à l'Observatoire Royal de Greenwich ; & le 23 de Mai suivant , il remit encore les trois autres Montres à Mr. Maskeline conformément aux ordres du Bureau des longitudes.

Depuis ce tems-là les Horlogers François ont fait tous leurs efforts pour découvrir le secret de Mr. Jean Harrison. Il a été inflexible. Mais ils ont trouvé le moyen de gagner quelques-uns de ceux qui ont signé le certificat , & ceux-ci leur ont appris tout ce qu'ils ont pu retenir. C'est apparemment ce qui a déterminé le Bureau des longitudes à publier l'Imprimé ci-joint.

J'ai cru que le Public m'auroit sçu mauvais gré si je m'étois borné à lui donner une simple traduction d'un Écrit aussi important. On trouve ici le texte sans aucune altération tel qu'il a été imprimé à Londres par ordre du Bureau des longitudes , & l'on en a la traduction à côté pour être en état de la comparer avec l'Original. J'ai consulté plusieurs Anglois

à qui les deux langues sont familières & plusieurs Horlogers , qui par la seule inspection saisissent aisément les termes d'horlogerie. J'ai laissé aux uns & aux autres une copie exacte de mon Manuscrit , & j'espère qu'en conséquence de leur approbation on n'aura à me reprocher aucune altération sensible.

J'ai changé l'ordre peu important de quelques figures pour réduire à six les dix planches angloises ; mais je n'ai pas cru qu'il me fût permis d'augmenter ni de diminuer sous aucun prétexte les dimensions de chaque figure. Le Graveur les a toutes calquées avec beaucoup d'exactitude.

J'ai cru qu'il n'étoit pas nécessaire de traduire littéralement le nom que Mr. Harrison donne à sa Machine , pour la distinguer des Montres communes. Il la nomme *Time-keeper* , ce qui à la lettre signifie *Gardien du tems*. Mr. Maskelyne ne lui donne ce nom que dans le titre de ses Remarques. Par-tout ailleurs il appelle cet Instrument une *Montre* , *Watch*.

On ne trouvera pas dans les figures les mêmes nombres pour les dents des roues & des pignons qu'on trouve dans les explications. J'ai lieu de croire que ces explications ont été faites après coup , & qu'on n'a pas voulu altérer les figures. Les explications sont relatives à la quatrième Montre , & les nombres marqués dans les figures peuvent se rapporter à l'une des trois autres. Ces nombres ne sont pas essentiels , & ils ne servent qu'à déterminer celui des battemens du balancier. Ainsi dans l'explication des figures Mr. Harrison donne à la grande roue 96 dents , au pignon 21 , à la deuxième roue 120 , au pignon 18 , à la troisième 144 , au pignon 16 , à la roue de

chan 120 , au pignon 12. Le produit de ces quatre rapports est $\frac{12}{7} \times 600$. Et si le nombre des dents de la roue de rencontre n'est que 15 , on aura en le doublant pour un tour de la grande roue $\frac{12}{7} \times 18000$ battemens. Mais cette roue fait un tour dans 4 heures & $\frac{4}{7}$ ou $\frac{12}{7}$ d'une heure. Donc $\frac{12}{7} : \frac{12}{7} \times 18000$ battemens :: 1 heure : à 18000 battemens , & 3600" sont à 18000 :: 1" à 5 battemens.

J'ai donné dans l'Astronomie des Marins , pag. 252 une idée générale du Pendule en forme de gril dont Mr. Maskelyne parle dans ses Remarques. C'est un châssis composé d'acier & de cuivre, semblable à peu près à un gril , de maniere, ai-je dit , que la contraction & la dilatation inégale de ces deux métaux conserve toujours au centre d'oscillation du Pendule la même distance au point de suspension. J'ajoute que l'invention de ce châssis est vraisemblablement puisée dans l'excellent Mémoire que donna feu M. Cassini à l'Académie Royale des Sciences en 1741. On y voit un levier dont un bras porte la lentille suspendue à une verge d'acier mobile ; le point d'appui est attaché à une autre verge d'acier immobile , & l'autre bras porte une lame de cuivre arrêtée par le haut à la verge immobile. Lorsque la chaleur en dilatant la verge d'acier mobile fait descendre la lentille , la même chaleur dilatant la lame de cuivre fait descendre son bras de levier , parce que cette lame de cuivre ne peut pas s'étendre par le haut ; donc elle doit élever la lentille suspendue à l'autre bras de levier , & toute la question est de faire enforte que les deux mouvements opposés de la lentille soient toujours égaux entr'eux. Ce qui ne dépend que de la proportion des

deux bras de levier aux dilatations de l'acier & du cuivre , & aux longueurs de la verge d'acier & de la lame de cuivre. Soit m : n :: la dilatation du cuivre est à celle de l'acier , & a : l :: la longueur de la lame de cuivre : à la longueur de la verge d'acier. L'abaissement de la lentille par la chaleur de l'acier , sera égal à l'élevation de la même lentille par la chaleur de la lame de cuivre , lorsque le bras de levier qui porte le cuivre sera au bras de levier qui porte la lentille suspendue à la verge d'acier mobile , en raison composée de la longueur a de la lame de cuivre à la longueur l de la verge mobile d'acier , & de la différence $m - n$ des dilatations à la dilatation n de l'acier. Ce qui n'a presque pas besoin de démonstration , sur-tout lorsqu'on a lu le Mémoire de Mr. Cassini.

Nous avons prévu dans l'annonce de cet Ouvrage qu'on feroit bien des remarques à Paris & à Londres sur la construction de cette Montre , & nous avons promis de les joindre à celles de Mr. Maskelyne. Nous recevons dans le moment les observations de ce grand Astronome , & nous nous hâtons d'en donner ici le Résultat qui ne grossira pas beaucoup ce Volume & qui sûrement est digne de la curiosité du Public.

R É S U L T A T

*Des Observations de Mr. Maskelyne sur la Montre
de Mr. Harrison.*

LE Bureau des longitudes se détermina le 26 Avril 1766 à remettre à Mr. Maskelyne la Montre de Mr. Harrison pour en faire des expériences dans l'Observatoire Royal. Cette Montre lui fut remise à l'Amirauté le 5 du mois de Mai 1766 par le Secrétaire de l'Amirauté Mr. Philippé Stephens.

Cette Montre fut comparée avec la Pendule de l'Observatoire Royal, depuis le 6 Mai 1766 jusques au 4^e. Mars 1767 par Mr. Maskelyne, en présence de l'un des Officiers de l'Hôpital de Greenwich, & avec toutes les précautions ordonnées par le Bureau des longitudes. On regloit la Montre sur le tems moyen, & la Pendule sur la révolution des étoiles, en sorte que la Pendule gaignoit environ une seconde de fix en fix minutes. Par ce moyen on avoit sans autres fractions le rapport de la Montre avec la Pendule jusques à un douzieme d'une seconde.

On avoit réglé & préparé l'instrument des passages avant qu'on eût reçu la Montre pour observer à l'ordinaire le tems du passage du soleil & des étoiles fixes, de maniere qu'on n'y trouva qu'une variation d'un quart de seconde plus ou moins dans vingt-quatre heures.

La Montre fut placée horizontalement la face en haut de-

puis le 5 Mai jusques au 17 de 1766, & ensuite jusques au 6 Juillet, elle fut inclinée à l'horizon sous un angle de 20° . la face en haut, en plaçant successivement au plus haut les heures XII, VI, III, IX. Ensuite on la mit dans une position verticale, en plaçant de même successivement au plus haut les même heures; enfin on la plaça horizontalement avec la face en bas.

Depuis le 6 de Juillet 1766 jusques au 4 Mars 1767 elle a toujours resté dans sa position horizontale la face en haut, & dans la même boete où Mr. Harrison l'avoit enfermée dans le voyage aux Barbades.

Mr. Maskelyne a donné au Public par ordre du Bureau des longitudes le détail de ses observations & de ses calculs jour par jour, depuis le 6 Mai 1766 jusques au 4 Mars 1767. Ceux qui seront curieux de ce long détail le trouveront à Londres chez Jean Nourse. Nous n'en donnerons ici que le Résultat qui suffit pour donner une idée de cette Montre. On y voit qu'elle avança dès le commencement d'environ 20 secondes par jour; & comme dans le voyage des Barbades elle étoit réglée à fort peu près sur le tems moyen, il s'ensuit qu'on ne peut pas la démonter & la nettoyer sans altérer notablement sa marche; ce qui ne s'accorde pas avec les premières assertions de Mr. Harrison. Cependant si elle alloit toujours uniformément, elle seroit également utile, & il n'y auroit d'autre inconvénient que l'embaras du calcul dans l'usage qu'on voudroit en faire.

Dans le dessein où l'on étoit d'avoir une Montre qui ne varîât pas plus de 2 minutes dans 6 semaines, qui est à peu près

le tems d'un voyage aux Indes occidentales ; il falloit que cette Montre ne variât que de 3 secondes par jour en prenant un milieu ; car 3 secondes par jour dans 42 jours ou 6 semaines font 126'' ou 2' 6''.

Depuis le 6 jufques au 17 Mai 1766 la Montre placée horizontalement gagna par un milieu 19'', 5 par jour. Depuis le 6 Juillet, lorsqu'elle fut de nouveau placée horizontalement jufques à la fin du même mois , elle gagna par un milieu 19'', 1 par jour ; ce qui ne diffère pas d'une demi-seconde de la quantité moyenne des 11 premiers jours où elle fut à l'Observatoire.

Mais dans les deux mois fuivans d'Août & Septembre , & la premiere moitié d'Octobre , la Montre alla de 7 à 10'' par jour plus lentement qu'elle ne faisoit auparavant ; enforte qu'elle n'avança dans le mois d'Août que de 12'', 4 , dans le mois de Septembre de 12'', 2 , & dans les quinze premiers jours d'Octobre de 12'', 8 par jour. Ce changement fe fit au commencement d'Août dans le peu de jours que nous eumes d'une grande chaleur l'été dernier ; quoique cette chaleur ne fût pas extrême , puisque le thermomètre de Farenheit dans les maisons ne monta pas au-deffus de 73°. Le refte de l'été fut notablement tempéré. Mr. Mafkelyne dit qu'il ne fçait pas fi cette différence a été occasionnée par la chaleur de l'été ; car quoique la chaleur n'ait continué que pendant quelques jours , la même différence fubfifta jufqu'au milieu d'Octobre ; & la Montre alla plus lentement de 7 à 10'' par jour qu'elle n'alloit au commencement. Mais environ au milieu d'Octobre elle revint prefque au même point où on l'avoit vue au commencement lorsqu'elle

fut portée à l'Observatoire. Car dans la seconde moitié d'Octobre sa marche fut par un milieu à raison de $19''$, 1 par jour, & en Novembre elle avança de $18''$, 1 par jour ; mais en Décembre elle retarda de nouveau, ne gagnant plus dans ce tems là que $13''$, 7. Vers la fin du mois elle retarda de plus en plus, à mesure que le tems devenoit plus froid, & à la fin elle ne gagna plus que $7''$ par jour, c'est-à-dire, qu'elle alla plus lentement de $12'' \frac{1}{2}$ par jour, qu'elle n'avoit fait au commencement ; quoique le thermomètre placé à coté de la Montre ne fût jamais dans ce mois au terme de la glace. Dans le mois de Janvier de l'année présente, la Montre a été fort irrégulière n'ayant perdu dans certains jour que peu de secondes, quoique dans ce mois elle ait gagné par un milieu $6''$, 2 par jour. Il paroît que ces variations & irrégularités ont été occasionnées par la gélée, le thermomètre étant descendu quelquefois dans les maisons à 32° . au dessous du terme de la glace. Le plus grand froid indiqué par le thermomètre fut de 25° . le 10 Janvier de cette année, & ce jour-là la Montre perdit près d'une seconde, ou alla plus lentement qu'au commencement de $20'' \frac{1}{2}$. Mais la plus grande perte fut le 4 Janvier de $6'' \frac{1}{2}$, puisqu'elle alla plus lentement de $26''$ par jour qu'elle n'avoit fait au commencement ; quoique le thermomètre ne fût descendu ce jour là que d'environ 1° . au dessous de la glace. Mais il ne paroît pas qu'il y ait une liaison régulière entre ces variations de la Montre & celles du thermomètre ; le même degré du thermomètre répondant à des variations très-différentes de la Montre en différents jours, jusques à $15''$. Néanmoins il
paroît

paroît en général que la gelée a été caufe de ces irrégularités, & qu'elle a fait marcher la Montre beaucoup plus lentement dans le mois de Janvier qu'elle ne faisoit au commencement. Ainfi le froid paroît avoir occasionné autant de retardement en Janvier que la chaleur avoit occasionné d'avancement dans le mois d'Août. Dans le mois fuivant, c'est-à-dire, en Février, le thermomètre étant toujours au deffus de 40° , la Montre gagna en raifon de $16''$, 6 par jour, de $3''$ par jour moins qu'elle n'avoit gagné au commencement lorsqu'elle fut portée à l'Observatoire.

La plus grande différence de la marche de cette Montre fut dans deux jours de $28''$, depuis le 7 Mai 1766 jufques au 4 Mars 1767 ; fon plus grand avancement ayant été de $21''$, 5 le 25 Octobre 1766, & fon plus grand retardement de $6''\frac{1}{2}$ le 4 Janvier dernier.

Selon le compte que Mr. Guillaume Harrifon rendit au Bureau des longitudes avant fon dernier départ pour les Barbares, la Montre devoit avancer de $1''$ par jour de 10 en 10 degrés de la defcente du thermomètre, & retarder d'autant de 10 en 10 degrés de fon élévation : mais il paroît que fa marche a été trop irrégulière pour fuivre cette règle ou pour mériter qu'on ait égard dans le calcul à cette analogie, ni pour donner quelque fondement à établir une règle certaine des variations de la Montre correfpondantes aux différens degrés du thermomètre.

On n'a pas obfervé que la marche de la Montre ait été affectée par les changemens de température dans l'air indiqués par le baromètre.

Mr. Maskelyne donne ensuite une idée de la marche de cette Montre dans ses différentes positions depuis le 17 Mai jusques au 6 Juillet 1766. Elle fut inclinée à l'horizon sous un angle de 20° . depuis le 17 jusques au 22 Mai, l'heure XII étant au plus haut, & elle gagna par un milieu $19''$, 7 par jour; du 22 au 27 Mai sous la même inclinaison, mais avec l'heure VI au plus haut, elle gagna $23''$, 0 par jour; du 27 Mai au 3 Juin avec la même inclinaison, & avec l'heure III au plus haut, elle gagna $12''$, 4 par jour, & du 3 ou 8 Juin, sous la même inclinaison, avec l'heure IX au plus haut, elle gagna $14''$, 0 par jour. On voit au premier coup d'œil que ces irrégularités sont trop grandes entr'elles & relativement à la position horizontale, & qu'elles fussent pour détruire la régularité de la Montre à la mer, quelque soin qu'on ait de la placer horizontalement, au cas qu'elle soit susceptible de 20° . d'inclinaison par le mouvement du navire. Mr. Harrison condamne absolument l'usage des suspensions à la façon des boussoles, prétendant qu'elles peuvent produire des mouvements irréguliers dans le balancier, qui seroient d'une conséquence plus dangereuse que ceux qu'il veut corriger. Il croit au contraire qu'il est à propos d'arrêter la boîte où la Montre est enfermée, & de la fixer à quelque partie solide du vaisseau, afin qu'elle soit forcée d'obéir à tous ses mouvements. Il prétend que ces mouvements dans les grands vaisseaux sont beaucoup au dessous de 20° . ou que le plus grand roulis est de 15° . & la plus grande inclinaison lorsqu'il revire de bord est de 12° . Il obvie à ces mauvais effets, en altérant la position de la Montre dans sa boîte,

de maniere qu'elle reprenne fa pofition horizontale toutes les fois que le vaiffeau revire de bord ; mais il eft forcé de la foumettre au roulis. Il eft difficile de déterminer l'erreur que cette caufe peut produire dans la Montre & de fçavoir combien elle fera plus ou moins grande dans différens voyages ; mais par les variations dont on vient de faire mention , fous l'inclinaifon de 20° . , il eft probable que cette erreur fera de conféquence dans un voyage de 6 femaines.

On a auffi éprouvé cette Montre dans la pofition verticale, en plaçant fuccelfivement en haut les heures XII , VI , III & IX , depuis le 8 Juin jufques 1^{er}. Juillet , & on a trouvé qu'elle gaignoit $29''$, 5 par jour par un milieu dans la premiere pofition ; qu'elle perdoit $2''$, 0 par jour dans la feconde pofition ; qu'elle gaignoit $3''$, 5 par jour dans la troifieme pofition ; & qu'elle gaignoit $4''$, 0 par jour dans la quatrieme pofition. On a auffi trouvé qu'elle gaignoit $12''$, 6 par jour dans une pofition horizontale avec la face en bas , & qu'elle perdoit environ $7''$ par jour avec la face en haut.

On voit que par ces expériences on n'a pas prétendu marquer quelle feroit la marche de la Montre à la mer , où elle ne fçauroit avoir aucune de ces pofitions ; on a voulu feule-ment déterminer combien l'exécution de la Montre de Mr. Harrifon s'approche ou s'écarte de fes principes pour rendre ifochrones les arcs grands ou petits décrits par le balancier. L'expérience démontre clairement que la correction qu'il a imaginée n'eft pas exacte , & que ce n'eft qu'une approximation ; puifque la Montre avance de 3 ou $4''$ par jour lorsque les heures III

& IX sont au plus haut , c'est-à-dire , de 16'' moins que dans la position horizontale , & qu'en prenant un milieu lorsque les heures VI & XII sont au plus haut , elle avance d'environ $13\frac{1}{4}$ '' , ou de 6'' moins que dans la position horizontale. On a pris le milieu entre ces deux dernières positions , parce que Mr. Harrison donne plus de pesanteur à son balancier auprès de l'heure XII , pour corriger l'erreur qui résulte des mouvements contraires du thermomètre occasionnés par son poids dans ces deux différentes positions.

Après avoir déterminé la marche de la Montre de jour en jour , Mr. Maskelyne la détermine de 6 en 6 semaines , qui est le tems qu'on emploie communément pour les voyages aux Indes occidentales , & le seul où elle ait été éprouvée jusqu'à présent en mer.

Depuis le 6 de Mai 1766 jusques au 4 de Mars 1767 , on a 6 révolutions de 6 semaines chacune , pendant lesquelles la Montre a été éprouvée dans une position horizontale avec la face tournée en haut , sans y comprendre les 20 jours où elle a été éprouvée dans les autres positions différentes. Il faut donc voir ce qu'elle a gagné dans ces différentes révolutions ; afin qu'en les comparant ensemble on puisse juger probablement , jusqu'à quel point elle doit déterminer chaque longitude dans un voyage aux Indes occidentales.

Par l'observation des passages du Soleil au Méridien , selon le tems de la Pendule de l'Observatoire comparé à celui qui étoit marqué par la Montre de Mr. Harrison , on trouve que la Mon-

tre avoit avancé sur le tems moyen dans les jours fuivans où l'on a fait ces observations , en cette maniere : ſçavoir ,

		M. S.
1766 Mai	6 -----	0. 16,2
	17 -----	3. 51,8
Juillet	6 -----	14. 14,0
Août	6 -----	23. 58,4
Septembre	17 -----	32. 15,6
Octobre	29 -----	42. 20,9
Décembre	10 -----	54. 46,8
1767. Janvier	21 -----	1 ^h . 0. 28,6
Mars	4 -----	1 ^h . 11. 23,0

Ainſi du 6 au 17 Mai 1766 dans 11 jours la Montre a gagné 3' 36'', & du 6 Juillet au 6 Août en 31 jours , elle a gagné 9' 44''. Donc

Dans les premieres 6 ſemaines } elle a gagné 13' 20'', qui répondent à 3° 20' de longitude.
étant placée horizontalement , }

Dans la 2^e révolut. { du 6 Août au } ----- 8'. 17'' ----- 2. 4
de 6 ſemaines { 17 Septembre }

Dans la 3^e révolut. { du 17 Sept. au } ----- 10. 5 ----- 2. 31
{ 29 Octobre }

Dans la 4^e révolut. { du 29 Octobre au } ----- 12. 26 ----- 3. 6
{ 10 Décembre. }

Dans la 5^e révolut. { du 10 Déc. au 21 } ----- 5. 42 ----- 1. 25
{ Janvier 1767 }

Dans la 6^e & der- { du 21 Janvier au } ----- 10. 54 ----- 2. 43
niere révolution. { 4 Avril 1767 }

Par où l'on voit, que la Montre a gagné en 6 semaines de $5' 42''$ à $13' 20''$, ou de $1^{\circ} 25'$ à $3^{\circ} 20'$ de longitude ; c'est-à-dire, très-différemment dans les différentes révolutions. Il est vrai, que si la Montre gagnoit également dans chaque période de 6 semaines, ou même dans deux révolutions consécutives, elle seroit aussi utile dans les mains d'un bon Observateur, que si elle ne varioit du tout point. Car on doit assurer la marche de la Montre par des observations astronomiques pendant six semaines avant le voyage, afin que l'ayant connue on y ait égard lorsqu'on est à la mer.

Puisqu'il est évident que la marche de la Montre n'a pas été la même dans les différentes périodes de 6 semaines ; il faut maintenant examiner quelle est sa différence dans les révolutions qui se suivent immédiatement. Or on trouvera clairement que dans la 2^e. révolution sa marche étoit moindre que dans la 1^{re}. de $5' 3''$ qui répondent à $1^{\circ} 16'$ de longitude.

Dans la 3^e. révolut. sa marche étoit

plus grande que dans la 2^e. de -- 1. 48 - - - - - 0. 27

Dans la 4^e. révolut. elle étoit plus

grande que dans la 3^e. de ---- 2. 21 - - - - - 0. 35

Dans la 5^e. révolut. elle étoit moins

grande que dans la 4^e. de ----- 6. 44 - - - - - 1. 41

Dans la 6^e. révol. elle étoit plus grande

que dans la 5^e. de 5. 12 - - - - - 1. 18

Il est donc évident que de ces cinq différences, il n'y en a qu'une qui soit moindre qu'un demi-degré, une autre entre un

de mi-degré & 40' ; & que les autres trois différences font toutes au deffus d'un degré. En fupposant donc que la marche de la Montre de Mr. Harrifon foit la même à la mer qu'elle a été à terre, il fuit des comparaifons précédentes, que la probabilité pour affurer la longitude dans un voyage aux Indes occidentales à un demi-degré près eft à la probabilité oppofée comme 1 eft à 4, & que la probabilité pour la longitude à 40' près ou à deux tiers d'un degré eft à la probabilité contraire comme 2 eft à 3.

Mais fi l'on excepte la cinquième révolution de 6 femaines, pendant laquelle le thermomètre placé auprès de la Montre fut quelquefois au deffous de 32° ou du terme de la glace, les différences dans les autres cinq révolutions feront 5'. 3'' ; 1'. 48'' ; 2'. 21'' & 1'. 34'' qui répondent à 1°. 16' ; 0°. 27' ; 0°. 35' & 0°. 23' de longitude. De ces quatre réfultats le fecond & le 4^e. font au deffous d'un demi-degré, le 3^e. entre un demi-degré & 40', & le 1^{er}. feul au deffus d'un degré.

De là il fuit que fi la Montre n'eft jamais expofée à un degré de froid qui approche de la gelée, les probabilités font égales pour & contre la détermination de la longitude à un demi-degré près dans un voyage de fix femaines, & la probabilité que la Montre conftervera la longitude à 40' près ou à 2 tiers d'un degré eft à la probabilité contraire comme 3 eft à 1.

Ces confidérations fuffifent pour faire comprendre ce qui a déterminé Mr. Harrifon à fouhaiter que fa Montre fût expofée à deux voyages aux Indes occidentales. Sa prudence lui a fait comprendre qu'il falloit s'en tenir à ces voyages indiqués par

l'acte du Parlement , pour aspirer à la plus grande récompense , au cas que sa Montre pût déterminer la longitude à un demi degré près , soit que sa méthode fût ou ne fût pas généralement utile & praticable.

De tout cela Mr. Maskelyne conclut que la Montre de Mr. Harriſon peut assurer la longitude à un degré près dans un voyage de six semaines aux Indes occidentales ; mais qu'elle ne peut l'assurer à un demi-degré près que dans un voyage de quinze jours , & que dans ce cas on doit la placer dans un lieu où le thermomètre soit toujours élevé de quelques degrés au dessus du terme de la glace : que dans le cas où le froid arrive au terme de la glace , la Montre ne peut déterminer la longitude à un demi-degré près que pendant peu de jours & peut être moins , si le froid est fort intense : que néanmoins cette invention est bonne & valable , & qu'en la joignant aux observations des distances de la Lune au Soleil & aux Étoiles fixes , elle sera très-avantageuse à la navigation.

Les observations précédentes ont été continuées jusques au 4 Mars de cette année 1767. Dès que Mr. Harriſon en eut connoissance , il présenta un mémoire au Bureau des longitudes. Il dit que le dernier acte du Parlement lui adjuge les dix mille livres qui lui sont encore dûes pour la découverte des longitudes , lorsqu'il aura fait d'autres Montres marines qui auront été trouvées par le Bureau capables de déterminer la longitude à un demi-degré près. Mr. Harriſon s'est engagé à en faire deux autres. Il avoit pris cet engagement dès le 24 Mai 1766 par une lettre écrite aux Commissaires. Il voudroit ,
sans

fans l'exiger abfolument , que l'examen de ces deux Montres fe fit à Londres où à Westminfter , pour être en état d'affifter tous les jours lui-même à l'examen qu'on en feroit. Son Fils fut interrogé le 11 d'Avril 1767 par le Préfident du Bureau. On lui demanda en combien de tems il auroit fait ces deux Montres ? Il répondit qu'il lui falloit fix ou huit mois. On lui demanda à qui appartiendroient ces Montres ? Il répondit que la récompense avoit été promise pour l'invention & nullement pour la propriété des Montres. Le Bureau en convint ; mais on voulut fçavoir à quel prix il les livreroit. Il répondit que le Bureau auroit toujours la préférence. On lui demanda fi son Pere étoit difpofé à donner de plus amples instructions aux autres ouvriers ? Il répondit qu'après avoir reçu le refte de la récompense qui lui étoit due , lui & son Pere s'engageroient par ferment à en donner toutes les explications qu'on voudroit exiger d'eux.

On lui demanda s'il vouloit accepter la nouvelle maniere dont on s'étoit propofé d'examiner fes deux Montres , & on lui en remit la minute. Il demanda du tems pour confulter fon Pere. On lui demanda s'il croyoit que son Pere agréeroit ce projet. Il répondit qu'il étoit bien certain que son Pere ne consentiroit pas que fes Montres fuflent mifes à l'épreuve pour un tems plus long que celui d'un voyage aux Indes occidentales déterminé par l'acte paffé fous la Reine Anne ; que fi les Montres étoient envoyées à Greenwich , elles feroient entre les mains d'un ennemi commun , & que pour fe trouver tous les jours à la vérification , lui ou son Pere auroient trop de tems

à perdre; au lieu qu'en les plaçant à Londres c'étoit une affaire d'une demi-heure par jour. On prétendit cependant que l'Observatoire de Greenwich étoit plus solide qu'aucune maison de Londres où le mouvement des carosses pourroit occasionner quelque agitation aux Pendules. Cette objection est bien foible; on ne l'a jamais faite à Mr. Graham dont les Pendules étoient placées dans *Fleemstreet*. Mr. Harrison indique quelques endroits qui ne sont pas exposés à cette agitation des carosses; où l'on peut très-bien observer le mouvement des astres.

La décision du Bureau fut que les deux Montres seroient éprouvées dans l'Observatoire Royal pendant l'espace de dix mois consécutifs, de manière cependant que ces dix mois renferment le tems le plus chaud & le tems le plus froid; on veut aussi que ces épreuves soient renouvelées avec les précautions ordinaires pendant deux autres mois à bord d'un vaisseau placé dans les Dunes; & enfin, si la chaleur naturelle de la saison dans le lieu de l'Observatoire où les Montres seroient placées ne se trouvoit pas assez forte pour faire monter à 86 degrés le thermomètre de *Farenheit*, on veut qu'on lui procure une chaleur artificielle capable de l'élever à ce point.

Cette réponse des Commissaires a paru bien dure aux amis de Mr. Harrison & aux bons patriotes, qui craignent avec raison, que d'aussi longs délais ne privent le Public des avantages qu'il devoit retirer de cette belle invention. Mr. Harrison âgé de 74 ans se croit dispensé de faire les nouvelles épreuves qu'on exige de lui. Il a rempli littéralement deux fois de suite toutes les conditions que l'ancien acte du Parlement avoit

prescrites pour mériter la plus haute récompense. Pourquoi lui refuser ce qu'il a gagné par quarante ans de travaux ? Pourquoi ne lui donne-t-on pas des à présent la facilité de former des ouvriers & de perfectionner sa Montre ? Les épreuves sont bonnes , & l'on ne sçauroit trop les répéter. Elles seront utiles au Public ; mais il nous paroît qu'elles doivent être précédées par la récompense qui est dûe incontestablement à celles qui ont été faites dans les deux voyages l'un à la Jamaïque & l'autre à la Barbade , selon les termes de l'acte du Parlement sous l'année 13^e. du regne de la Reine Anne.

Fig. 1.

Planche 1.

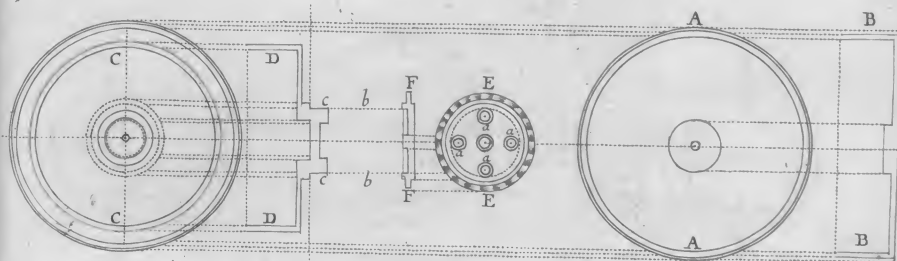


Fig. 2.

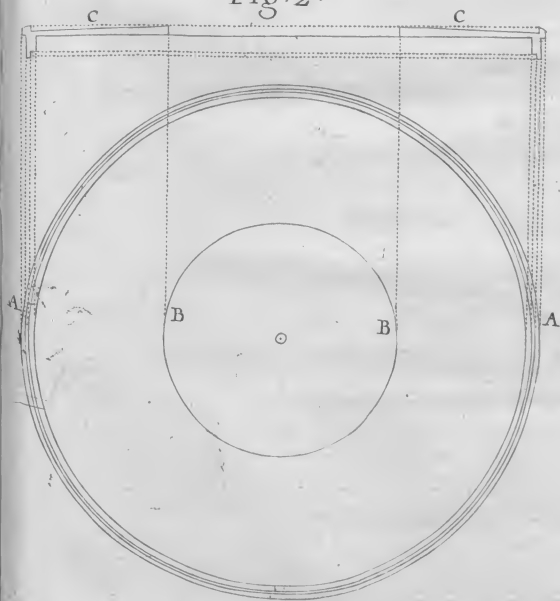


Fig. 3.

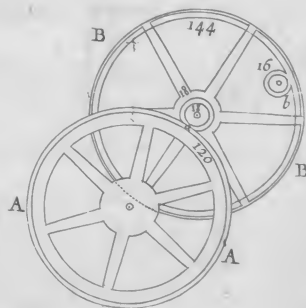
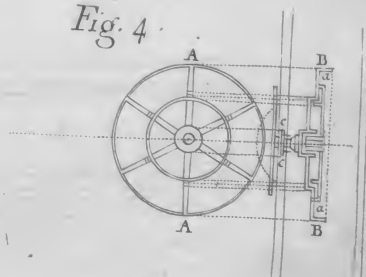


Fig. 4.





1. 365

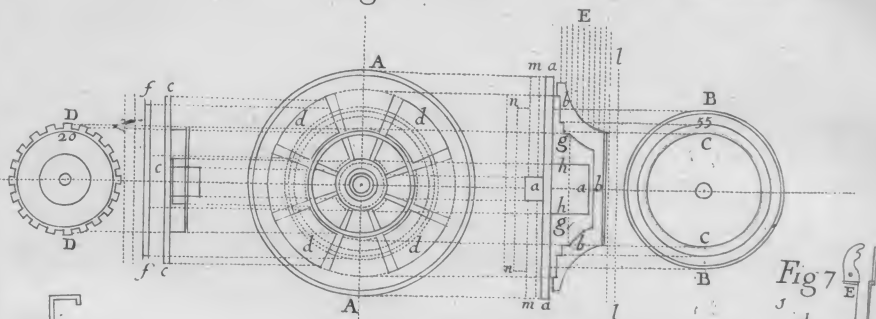


1. 365



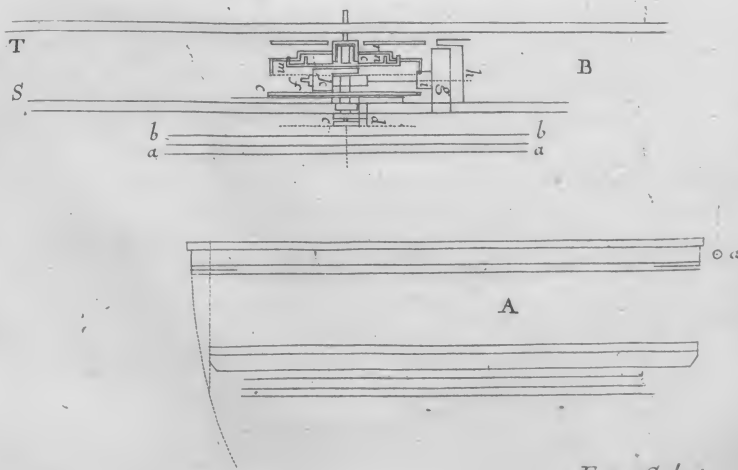
Fig 5.

Planche II.



La partie marquée a dans cette
Fig. 7 est un peu trop courte

Fig. 6.



Faire Sculpter



100



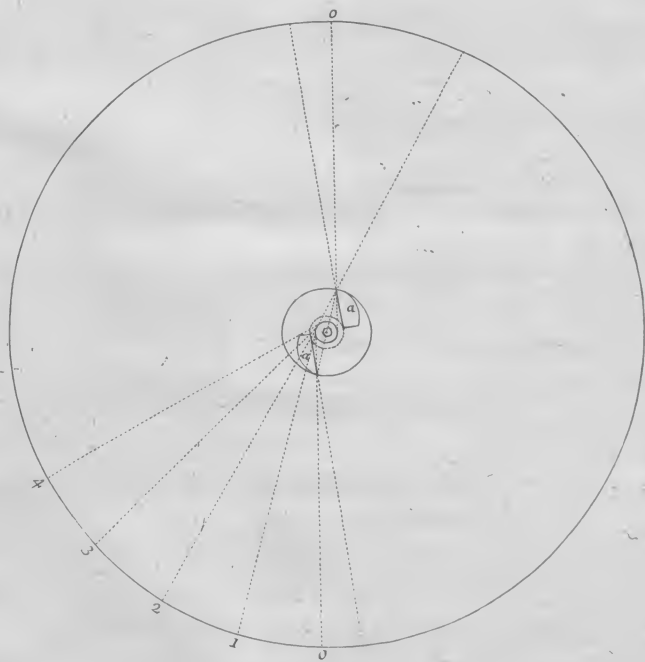
100



100

Planche III.

Fig. 8.



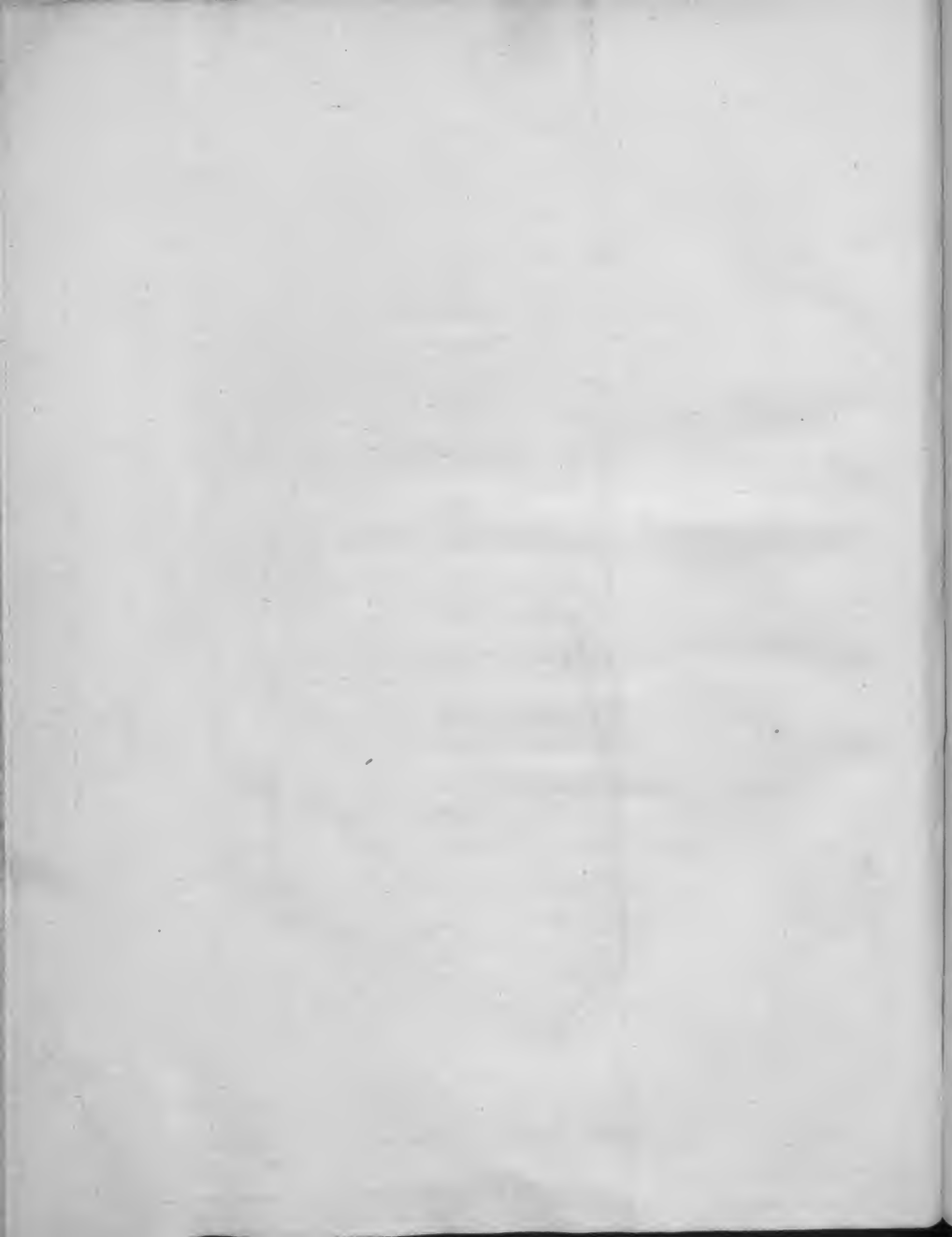


Fig 9.

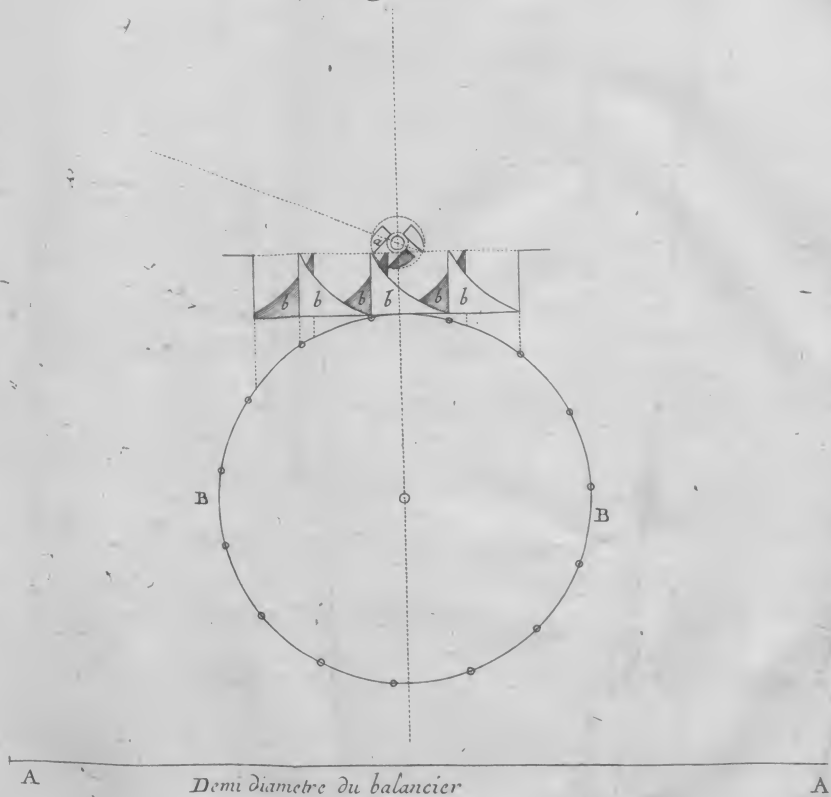




Fig. 10.

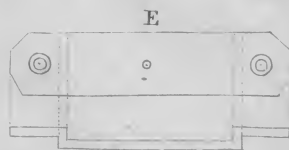
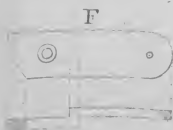
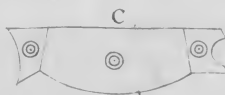
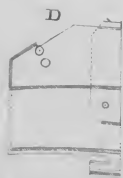
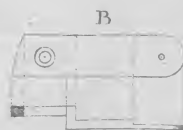
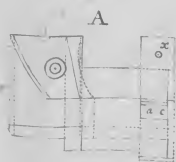


Planche V
Fig. 11.



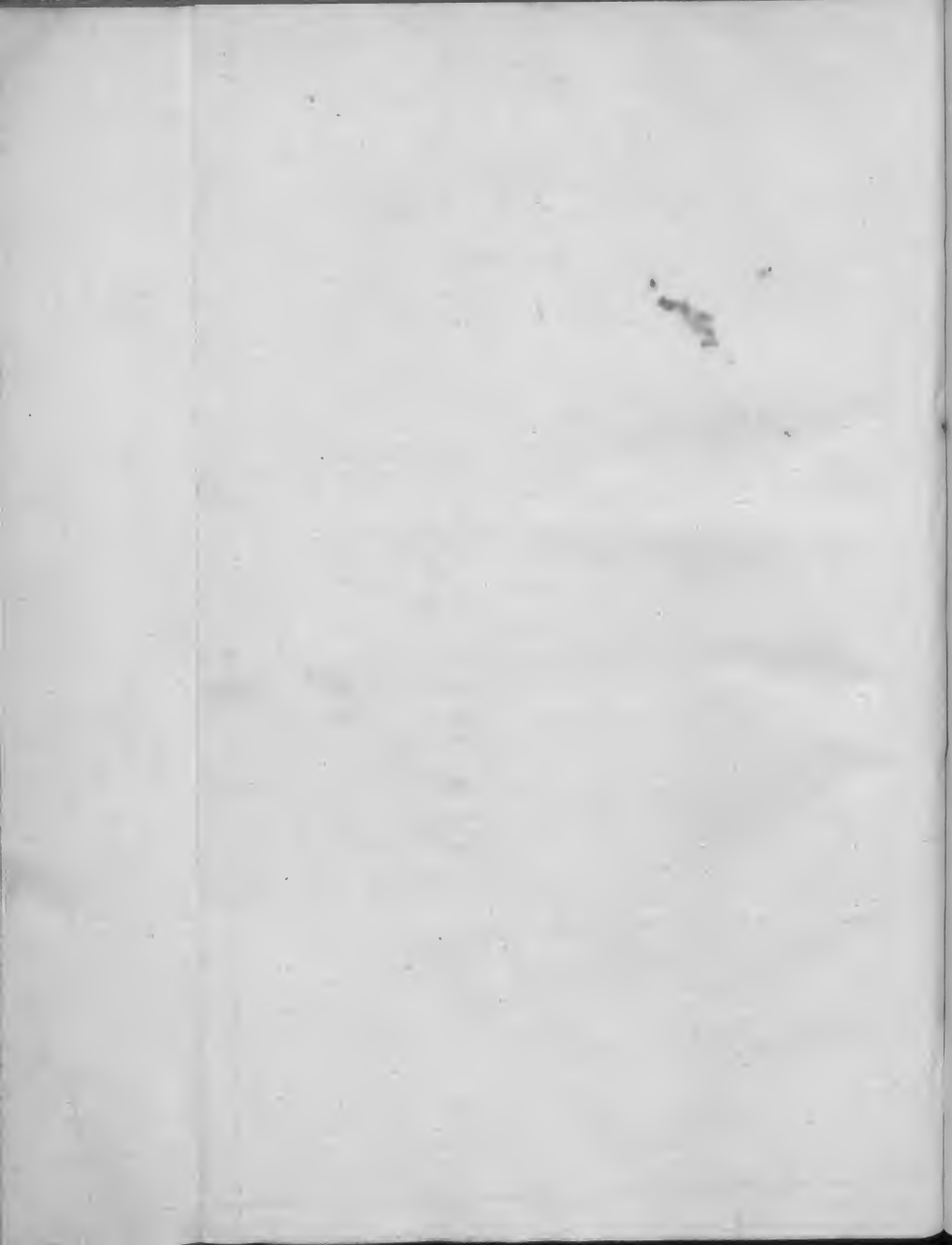


Fig. 12.

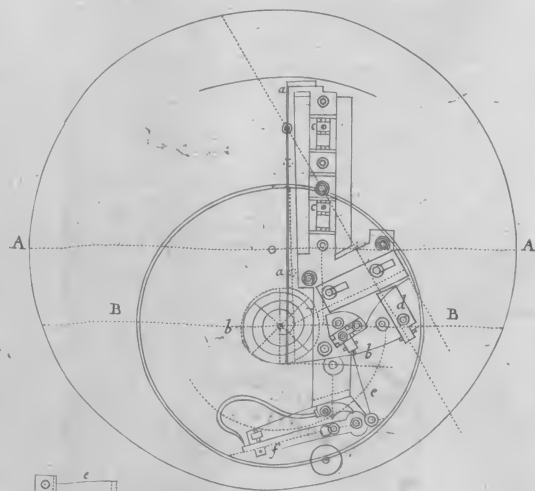


Fig. 13.

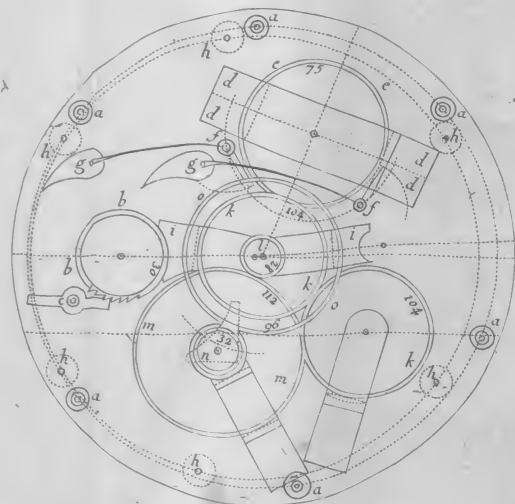
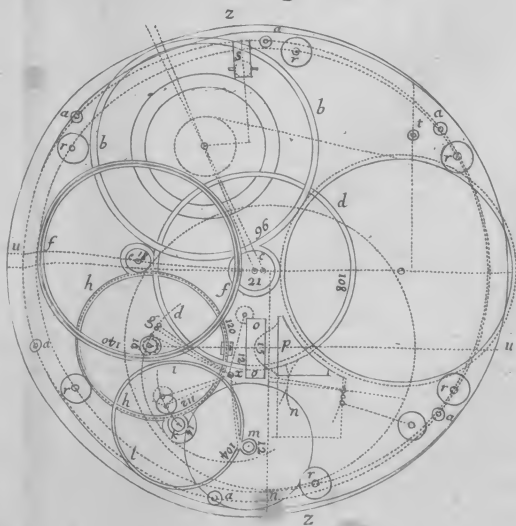




Fig. 14.



grave par Fauré

Fig. 15.

